Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA:

desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis, tecnologias assistivas, inclusão educacional, estudo de caso e promoção da autonomia comunicativa

Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

55.313.102/0001-59

Clinica Integrada de Intervenção Interdisciplinar LTDA.

ROD SC 443, nº 835.
Centro – CEP: 88.717-000
SANGÃO –SC

Dra. Giane Demo

55.313.102/0001-59

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis, tecnologias assistivas, inclusão educacional, estudo de caso e promoção da autonomia comunicativa.

Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

O presente artigo aborda a aplicação da inteligência artificial associada à comunicação alternativa no contexto do Transtorno do Espectro Autista (TEA), destacando o desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis, o uso de tecnologias assistivas e suas contribuições para a inclusão educacional e para a ampliação da autonomia comunicativa. A discussão evidencia que indivíduos com TEA podem apresentar diferentes níveis de dificuldades na linguagem oral, na interação social e na expressão de necessidades, tornando necessária a adoção de estratégias educacionais que ampliem as possibilidades de comunicação e participação ativa nos ambientes escolares. Nesse contexto, a inteligência artificial tem sido incorporada ao desenvolvimento de recursos capazes de personalizar experiências de aprendizagem, identificar padrões de comportamento, adaptar conteúdos e favorecer processos comunicativos mais eficientes e individualizados. A comunicação alternativa, por sua vez, compreende o uso de símbolos, imagens, dispositivos digitais, sintetizadores de voz e aplicativos específicos destinados a complementar ou substituir a fala quando necessário, promovendo maior independência e interação social. O estudo enfatiza que a integração entre inteligência artificial e tecnologias assistivas amplia significativamente o potencial pedagógico desses recursos, permitindo a construção de ambientes educacionais mais acessíveis, responsivos e centrados nas necessidades dos estudantes com TEA. Por meio de um estudo de caso, são apresentados resultados relacionados à implementação de um sistema pedagógico digital que utiliza algoritmos adaptativos para ajustar atividades conforme o desempenho e o perfil comunicativo do estudante, favorecendo o engajamento, o desenvolvimento cognitivo e o fortalecimento das habilidades socioemocionais. Observa-se que a mediação tecnológica contribui para reduzir barreiras comunicacionais e ampliar oportunidades de participação em atividades curriculares e interações coletivas. Também são discutidos os desafios relacionados à formação docente, à disponibilidade de infraestrutura tecnológica, à adaptação curricular e à necessidade de políticas públicas voltadas à democratização do acesso às tecnologias educacionais inclusivas. Destaca-se que a atuação interdisciplinar entre educadores, profissionais da saúde, desenvolvedores de tecnologia e familiares constitui elemento essencial para a efetividade das intervenções e para a continuidade dos processos de aprendizagem. Conclui-se que a associação entre inteligência artificial e comunicação alternativa representa uma estratégia promissora para fortalecer práticas educacionais inclusivas, favorecer a autonomia comunicativa de estudantes com TEA e promover condições mais equitativas de acesso ao conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento integral, a participação social e o exercício da cidadania em ambientes educacionais contemporâneos.

Palavras-chave: Inteligência artificial (IA); comunicação aumentativa e alternativa (CAA); tecnologias assistivas (TA); transtorno do espectro autista (TEA).

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUGMENTATIVE AND ALTERNATIVE COMMUNICATION IN AUTISM SPECTRUM DISORDER: development of accessible pedagogical systems, assistive technologies, educational inclusion, case study, and promotion of communicative autonomy.

Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

This article addresses the application of artificial intelligence associated with augmentative and alternative communication in the context of Autism Spectrum Disorder (ASD), highlighting the development of accessible pedagogical systems, the use of assistive technologies, and their contributions to educational inclusion and the expansion of communicative autonomy. The discussion demonstrates that individuals with ASD may present different levels of difficulties in oral language, social interaction, and the expression of needs, making it necessary to adopt educational strategies that expand communication possibilities and active participation in school environments. In this context, artificial intelligence has been incorporated into the development of resources capable of personalizing learning experiences, identifying behavioral patterns, adapting content, and promoting more efficient and individualized communication processes. Augmentative and alternative communication, in turn, involves the use of symbols, images, digital devices, speech synthesizers, and specific applications designed to complement or replace speech when necessary, promoting greater independence and social interaction. The study emphasizes that the integration of artificial intelligence and assistive technologies significantly expands the pedagogical potential of these resources, enabling the construction of more accessible, responsive educational environments centered on the needs of students with ASD. Through a case study, results related to the implementation of a digital pedagogical system that uses adaptive algorithms to adjust activities according to the student's performance and communicative profile are presented, promoting engagement, cognitive development, and the strengthening of socioemotional skills. It is observed that technological mediation contributes to reducing communication barriers and expanding opportunities for participation in curricular activities and collective interactions. Challenges related to teacher training, the availability of technological infrastructure, curriculum adaptation, and the need for public policies aimed at democratizing access to inclusive educational technologies are also discussed. It is highlighted that interdisciplinary collaboration among educators, healthcare professionals, technology developers, and family members constitutes an essential element for the effectiveness of interventions and the continuity of learning processes. It is concluded that the association between artificial intelligence and augmentative and alternative communication represents a promising strategy to strengthen inclusive educational practices, promote the communicative autonomy of students with ASD, and foster more equitable conditions for access to knowledge, contributing to integral development, social participation, and the exercise of citizenship in contemporary educational environments.

Keywords: Artificial intelligence (AI); augmentative and alternative communication (AAC); assistive technologies (AT); autism spectrum disorder (ASD).

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y COMUNICACIÓN AUMENTATIVA Y ALTERNATIVA EN EL TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA: desarrollo de sistemas pedagógicos accesibles, tecnologías asistivas, inclusión educativa, estudio de caso y promoción de la autonomía comunicativa.

Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

El presente artículo aborda la aplicación de la inteligencia artificial asociada a la comunicación aumentativa y alternativa en el contexto del Trastorno del Espectro Autista (TEA), destacando el desarrollo de sistemas pedagógicos accesibles, el uso de tecnologías asistivas y sus contribuciones a la inclusión educativa y a la ampliación de la autonomía comunicativa. La discusión evidencia que las personas con TEA pueden presentar diferentes niveles de dificultades en el lenguaje oral, en la interacción social y en la expresión de necesidades, lo que hace necesaria la adopción de estrategias educativas que amplíen las posibilidades de comunicación y participación activa en los entornos escolares. En este contexto, la inteligencia artificial ha sido incorporada al desarrollo de recursos capaces de personalizar experiencias de aprendizaje, identificar patrones de comportamiento, adaptar contenidos y favorecer procesos comunicativos más eficientes e individualizados. La comunicación aumentativa y alternativa, por su parte, comprende el uso de símbolos, imágenes, dispositivos digitales, sintetizadores de voz y aplicaciones específicas destinadas a complementar o sustituir el habla cuando sea necesario, promoviendo una mayor independencia e interacción social. El estudio enfatiza que la integración entre inteligencia artificial y tecnologías asistivas amplía significativamente el potencial pedagógico de estos recursos, permitiendo la construcción de entornos educativos más accesibles, receptivos y centrados en las necesidades de los estudiantes con TEA. Mediante un estudio de caso, se presentan resultados relacionados con la implementación de un sistema pedagógico digital que utiliza algoritmos adaptativos para ajustar las actividades según el desempeño y el perfil comunicativo del estudiante, favoreciendo el compromiso, el desarrollo cognitivo y el fortalecimiento de las habilidades socioemocionales. Se observa que la mediación tecnológica contribuye a reducir barreras comunicativas y ampliar oportunidades de participación en actividades curriculares e interacciones colectivas. También se discuten los desafíos relacionados con la formación docente, la disponibilidad de infraestructura tecnológica, la adaptación curricular y la necesidad de políticas públicas orientadas a la democratización del acceso a las tecnologías educativas inclusivas. Se destaca que la actuación interdisciplinaria entre educadores, profesionales de la salud, desarrolladores de tecnología y familiares constituye un elemento esencial para la efectividad de las intervenciones y para la continuidad de los procesos de aprendizaje. Se concluye que la asociación entre inteligencia artificial y comunicación aumentativa y alternativa representa una estrategia prometedora para fortalecer prácticas educativas inclusivas, favorecer la autonomía comunicativa de estudiantes con TEA y promover condiciones más equitativas de acceso al conocimiento, contribuyendo al desarrollo integral, la participación social y el ejercicio de la ciudadanía en entornos educativos contemporáneos.

Palabras clave: Inteligencia artificial (IA); comunicación aumentativa y alternativa (CAA); tecnologías asistivas (TA); trastorno del espectro autista (TEA).

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA: desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis, tecnologias assistivas, inclusão educacional, estudo de caso e promoção da autonomia comunicativa.

Giane Demo
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira
Eliana Drumond de Carvalho Silva
Idênis Glória Belchior

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de sistemas baseados em inteligência artificial no campo educacional tem redesenhado as formas de interação entre aprendizagem, linguagem e mediação tecnológica, especialmente quando aplicada ao contexto do Transtorno do Espectro Autista. A literatura indica que tecnologias digitais podem modificar profundamente os modos de participação de estudantes com diferentes perfis comunicativos, ao ampliar possibilidades de expressão e reorganizar práticas pedagógicas tradicionais (Fletcher-Watson et al., 2016). Nesse cenário, a comunicação deixa de ser compreendida como um processo restrito à oralidade e passa a incorporar múltiplas linguagens mediadas por dispositivos inteligentes.

O debate contemporâneo sobre inclusão educacional aponta para a necessidade de sistemas pedagógicos capazes de responder à diversidade funcional dos estudantes, especialmente daqueles que apresentam desafios na comunicação social e na linguagem verbal. Pesquisas evidenciam que ambientes estruturados com suporte tecnológico favorecem o engajamento e a participação ativa de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (Boyd et al., 2014). Essa perspectiva desloca o foco do ensino uniforme para modelos adaptativos orientados por dados e sensibilidade contextual.

A comunicação aumentativa e alternativa emerge como um eixo fundamental nesse processo ao possibilitar formas ampliadas de expressão por meio de símbolos, imagens e dispositivos digitais. Estudos demonstram que tais recursos contribuem para a construção de repertórios comunicativos mais funcionais e independentes, reduzindo barreiras históricas relacionadas à ausência de fala oral (Lorah et al., 2015). A mediação tecnológica passa, portanto, a desempenhar papel estruturante na reorganização das práticas interacionais.

A convergência entre inteligência artificial e tecnologias assistivas intensifica essa transformação ao permitir que sistemas computacionais interpretem padrões de comportamento

e ajustem respostas pedagógicas em tempo real. Evidências apontam que algoritmos adaptativos podem favorecer processos de aprendizagem mais personalizados, respeitando ritmos individuais e necessidades específicas dos estudantes (Chen et al., 2019). Esse movimento redefine o papel da tecnologia como elemento ativo no processo educacional.

No contexto da educação inclusiva, observa-se que a personalização do ensino por meio de recursos inteligentes contribui para a ampliação da autonomia dos estudantes com Transtorno do Espectro Autista. A literatura indica que a adaptação dinâmica de conteúdos e atividades fortalece o envolvimento cognitivo e emocional durante o processo de aprendizagem (Campigotto et al., 2020). Tal dinâmica desloca a centralidade da instrução padronizada para experiências educacionais mais flexíveis.

As tecnologias assistivas, quando integradas a ambientes pedagógicos digitais, desempenham função decisiva na ampliação do acesso ao conhecimento. Estudos evidenciam que dispositivos móveis e aplicativos comunicacionais têm impacto positivo na interação de estudantes com dificuldades de linguagem (Kagohara et al., 2013). Essa expansão tecnológica contribui para a democratização das práticas educacionais.

A complexidade do Transtorno do Espectro Autista exige abordagens pedagógicas sensíveis à heterogeneidade dos perfis cognitivos e comunicativos. Evidências científicas indicam que intervenções estruturadas e consistentes podem favorecer avanços significativos no desenvolvimento de habilidades sociais e comunicativas (Boyd et al., 2014). Essa realidade demanda práticas educacionais que ultrapassem modelos rígidos de ensino.

A utilização de sistemas inteligentes no ambiente educacional também introduz novas formas de avaliação e acompanhamento do desempenho dos estudantes. Pesquisas apontam que ferramentas baseadas em inteligência artificial permitem monitoramento contínuo e ajustes pedagógicos mais precisos (Fletcher-Watson et al., 2016). Essa capacidade amplia a compreensão do processo de aprendizagem como fenômeno dinâmico.

A comunicação mediada por tecnologias digitais redefine as possibilidades de interação entre estudantes e educadores, ao incorporar recursos visuais, sonoros e interativos. Estudos indicam que essas ferramentas favorecem a externalização de intenções comunicativas e ampliam o repertório expressivo de indivíduos com dificuldades de fala (Machalicek et al., 2008). Essa mediação contribui para a construção de ambientes mais inclusivos.

A formação docente assume papel central nesse cenário, uma vez que a eficácia das tecnologias educacionais depende da capacidade dos profissionais de integrá-las às práticas pedagógicas. Evidências apontam lacunas na preparação docente para o uso de recursos digitais voltados à inclusão (Knight et al., 2013). Esse desafio evidencia a necessidade de políticas formativas contínuas.

A implementação de ambientes educacionais inclusivos requer também infraestrutura tecnológica adequada e suporte institucional consistente. Estudos indicam desigualdades no acesso a tecnologias assistivas entre diferentes contextos educacionais, o que impacta diretamente a equidade no ensino (Almeida et al., 2022). Essa disparidade reforça a importância de políticas públicas estruturadas.

A adoção de metodologias de pesquisa rigorosas tem contribuído para a consolidação do conhecimento sobre tecnologias aplicadas à educação especial. Abordagens sistemáticas permitem compreender com maior precisão os efeitos das intervenções tecnológicas no desenvolvimento comunicativo (Page et al., 2021). Essa base metodológica sustenta a produção científica na área.

A integração entre inovação tecnológica e práticas pedagógicas inclusivas aponta para um campo em expansão, no qual a inteligência artificial atua como mediadora de processos educacionais mais sensíveis às diferenças individuais. Essa articulação redefine não apenas ferramentas de ensino, mas também concepções de aprendizagem e participação social.

2. DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis baseados em inteligência artificial no contexto do Transtorno do Espectro Autista insere-se em uma transformação profunda das práticas educacionais contemporâneas, na qual a lógica tradicional de ensino centrada na uniformidade cede espaço para arquiteturas flexíveis, adaptativas e sensíveis às singularidades cognitivas e comunicativas dos estudantes. Esse deslocamento não se limita à incorporação de ferramentas digitais, mas envolve uma reorganização estrutural da forma como o conhecimento é produzido, mediado e compartilhado no ambiente escolar, especialmente quando se consideram as possibilidades de sistemas inteligentes aplicados à educação inclusiva (Fletcher-Watson et al., 2016). A presença desses sistemas permite que a experiência de aprendizagem deixe de ser linear e passe a operar por meio de ajustes dinâmicos, capazes de responder a diferentes padrões de interação, ritmo e engajamento.

A introdução de tecnologias assistivas em contextos educacionais destinados a estudantes com Transtorno do Espectro Autista amplia significativamente as possibilidades de participação e expressão, sobretudo ao oferecer meios alternativos para a comunicação e para a construção de sentidos. Esses recursos, ao integrarem dispositivos digitais, softwares especializados e interfaces interativas, não apenas substituem ou complementam a fala, mas reorganizam o próprio conceito de interação comunicativa, como observado no uso crescente de tecnologias educacionais voltadas à acessibilidade (Almeida et al., 2022). Nesse processo, o

ambiente escolar passa a incorporar múltiplas formas de linguagem, nas quais símbolos, imagens e sistemas visuais passam a ter estatuto comunicativo equivalente.

A comunicação aumentativa e alternativa ocupa posição central nesse cenário ao possibilitar a expansão dos repertórios comunicativos de indivíduos que apresentam desafios na linguagem verbal. A utilização de sistemas simbólicos estruturados e recursos digitais interativos permite que o sujeito organize suas intenções comunicativas de maneira mais autônoma, favorecendo não apenas a expressão de necessidades imediatas, mas também o desenvolvimento de competências sociais mais complexas, sobretudo quando mediada por aplicativos e dispositivos digitais especializados (Lorah et al., 2015). Essa ampliação não deve ser compreendida como substituição da linguagem oral, mas como abertura de novas possibilidades semióticas.

A inteligência artificial aplicada à educação inclusiva introduz mecanismos de adaptação contínua capazes de interpretar padrões de comportamento e ajustar intervenções pedagógicas de forma progressiva. Esse tipo de mediação tecnológica altera profundamente a estrutura do processo de ensino ao permitir que conteúdos, atividades e níveis de complexidade sejam reorganizados de acordo com as respostas do estudante, criando ambientes responsivos e dinâmicos, conforme discutido em aplicações de tecnologias digitais em contextos educacionais complexos (Chen et al., 2019). O processo de aprendizagem passa a ser construído em interação constante entre sujeito e sistema.

No contexto do Transtorno do Espectro Autista, a heterogeneidade das manifestações comportamentais, cognitivas e comunicativas exige abordagens educacionais que reconheçam a singularidade de cada trajetória de desenvolvimento. Essa diversidade implica a necessidade de estratégias pedagógicas flexíveis, capazes de se adaptar às variações individuais de aprendizagem e interação social, especialmente quando associadas a modelos educacionais estruturados que consideram diferentes perfis de funcionamento (Boyd et al., 2014). A educação passa a demandar configurações mais abertas e responsivas.

O uso de dispositivos móveis e sistemas digitais no processo educacional contribui para a expansão das experiências de aprendizagem para além dos limites físicos da sala de aula, permitindo que a interação com o conhecimento ocorra em diferentes contextos e temporalidades. A utilização de tecnologias como tablets e aplicativos educacionais demonstra impacto significativo na ampliação da comunicação funcional e na participação ativa dos estudantes (Kagohara et al., 2013). Essa mobilidade redefine a relação entre aprendizagem e cotidiano.

A personalização do ensino mediada por sistemas inteligentes introduz uma nova lógica de organização pedagógica baseada na análise de dados e na adaptação contínua das

estratégias educacionais. Esse processo permite identificar padrões de interação que orientam a seleção de conteúdos e atividades mais adequados ao perfil do estudante, promovendo experiências de aprendizagem mais ajustadas às necessidades individuais e às dinâmicas comunicativas emergentes (Campigotto et al., 2020). A educação passa a operar como sistema em constante reorganização.

A formação docente assume papel decisivo nesse cenário, uma vez que a integração de tecnologias digitais ao processo educativo depende da capacidade dos profissionais de reinterpretar suas práticas e dialogar com novos instrumentos de mediação. A presença de tecnologias assistivas exige competências que ultrapassam o domínio técnico, envolvendo compreensão pedagógica e sensibilidade às necessidades dos estudantes com Transtorno do Espectro Autista (Knight et al., 2013). O papel do educador é reconfigurado no interior desse novo ecossistema.

A aplicação de recursos imersivos, como a realidade aumentada, amplia as possibilidades de compreensão de contextos sociais e comunicativos por estudantes com Transtorno do Espectro Autista ao oferecer experiências visuais e interativas que simulam situações do cotidiano. Essa tecnologia possibilita a construção de ambientes controlados nos quais o estudante pode explorar interações sociais de forma gradual, favorecendo o desenvolvimento de habilidades interpretativas e comunicativas (Chen et al., 2019). A aprendizagem passa a incorporar dimensões sensoriais expandidas.

A construção de sistemas pedagógicos baseados em inteligência artificial envolve a articulação entre algoritmos, dados comportamentais e estratégias educacionais integradas. Essa combinação permite que o processo de ensino seja continuamente ajustado a partir das interações do estudante, criando ambientes dinâmicos nos quais a aprendizagem se desenvolve por meio de retroalimentação constante entre ação humana e processamento computacional (Fletcher-Watson et al., 2016). O sistema educativo assume caráter adaptativo.

A mediação tecnológica na comunicação de indivíduos com dificuldades na linguagem oral amplia significativamente as possibilidades de expressão ao incorporar múltiplas modalidades semióticas. A combinação entre elementos visuais, auditivos e interativos favorece a organização de intenções comunicativas de forma mais estruturada, especialmente em contextos educacionais mediados por tecnologias assistivas (Machalicek et al., 2008). A linguagem torna-se multimodal.

O uso de aplicativos de comunicação em ambientes educacionais contribui para o fortalecimento da autonomia comunicativa ao permitir que o estudante escolha e organize suas formas de expressão de maneira mais independente. Essa autonomia se reflete na ampliação da participação social e na capacidade de interação em diferentes contextos escolares e

comunitários (Lorah et al., 2015). A tecnologia atua como suporte à emancipação comunicativa.

A organização metodológica das intervenções educacionais voltadas ao Transtorno do Espectro Autista influencia diretamente o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais. Modelos estruturados de intervenção favorecem a consistência dos processos de aprendizagem e a consolidação de competências funcionais, especialmente quando integrados a recursos tecnológicos adaptativos (Boyd et al., 2014). A estrutura pedagógica torna-se elemento determinante.

A utilização de dispositivos digitais no processo educacional possibilita a continuidade da aprendizagem em diferentes contextos, favorecendo a integração entre experiências escolares e cotidianas. Essa continuidade amplia o alcance das práticas pedagógicas e fortalece a consolidação das habilidades comunicativas em situações reais de uso (Kagohara et al., 2013). O aprendizado torna-se mais contextualizado.

A inteligência artificial aplicada à educação inclusiva permite o acompanhamento contínuo do progresso do estudante por meio da análise de suas interações com sistemas digitais. Esse acompanhamento possibilita ajustes pedagógicos mais precisos e imediatos, contribuindo para a personalização do ensino e para a melhoria das estratégias de intervenção (Chen et al., 2019). A avaliação passa a ser processual.

A comunicação aumentativa e alternativa redefine a concepção tradicional de linguagem ao reconhecer diferentes formas de expressão como legítimas dentro do processo comunicativo. Essa ampliação contribui para práticas educacionais mais inclusivas, nas quais múltiplas formas de linguagem coexistem e se complementam (Lorah et al., 2015). A linguagem torna-se plural.

A implementação de tecnologias assistivas em ambientes educacionais depende diretamente de condições estruturais adequadas, incluindo infraestrutura tecnológica e suporte institucional contínuo. A ausência desses elementos compromete a efetividade das práticas inclusivas e limita o alcance das tecnologias educacionais (Almeida et al., 2022). A estrutura institucional condiciona a inclusão.

A mediação tecnológica no processo educacional reorganiza as relações entre estudante, professor e conhecimento ao introduzir sistemas digitais que participam ativamente da construção do aprendizado. Essa reorganização altera a dinâmica tradicional da sala de aula, tornando o processo mais interativo e colaborativo (Ploog et al., 2013). A relação pedagógica torna-se mais integrada.

A análise de padrões de interação possibilitada pela inteligência artificial amplia a compreensão dos processos de aprendizagem ao revelar dinâmicas que não seriam facilmente

observadas por métodos tradicionais. Essa capacidade contribui para a elaboração de estratégias pedagógicas mais ajustadas às necessidades individuais dos estudantes (Fletcher-Watson et al., 2016). O ensino torna-se mais responsivo.

A integração de recursos digitais no ensino promove ambientes mais interativos e participativos, nos quais o estudante assume papel ativo no processo de aprendizagem. Essa participação fortalece o engajamento e amplia as possibilidades de construção de conhecimento em contextos inclusivos (Campigotto et al., 2020). O protagonismo discente é ampliado.

A comunicação aumentativa e alternativa associada a tecnologias digitais fortalece a autonomia comunicativa ao possibilitar maior controle sobre os meios de expressão e interação social. Esse processo impacta diretamente a participação do sujeito em diferentes contextos educacionais e sociais (Machalicek et al., 2008). A autonomia comunicativa é expandida.

A articulação entre tecnologia, educação e saúde contribui para a construção de práticas mais integradas no atendimento a estudantes com Transtorno do Espectro Autista, favorecendo abordagens mais completas e sensíveis às suas necessidades. Essa integração amplia a eficácia das intervenções pedagógicas (Knight et al., 2013). A interdisciplinaridade sustenta o processo educativo.

A ampliação do uso de tecnologias no campo educacional redefine as práticas de inclusão ao possibilitar maior acesso ao conhecimento e à participação ativa dos estudantes em diferentes contextos de aprendizagem. Esse movimento transforma profundamente as dinâmicas escolares e amplia possibilidades de interação (Chen et al., 2019). O acesso torna-se mais amplo.

A convergência entre inteligência artificial e comunicação aumentativa e alternativa configura um campo educacional em constante transformação, no qual a tecnologia atua como mediadora de processos de inclusão, autonomia e participação social. Essa integração amplia possibilidades de aprendizagem e reconfigura práticas pedagógicas voltadas ao Transtorno do Espectro Autista (Fletcher-Watson et al., 2016). O cenário educacional torna-se progressivamente mais adaptativo.

2.1. METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa de natureza bibliográfica e documental, fundamentada na análise interpretativa de produções científicas que discutem a relação entre inteligência artificial e comunicação aumentativa e alternativa no contexto do Transtorno do Espectro Autista. A opção por essa estrutura metodológica considera a necessidade de compreender fenômenos educacionais complexos a partir de suas dimensões simbólicas, pedagógicas e tecnológicas, o que dialoga com discussões sobre tecnologias

educacionais aplicadas à inclusão e seus impactos na reorganização dos processos de aprendizagem em ambientes escolares contemporâneos (Fletcher-Watson et al., 2016), privilegiando a interpretação de sentidos construídos no campo acadêmico.

2.1.1. Abordagem Qualitativa da Pesquisa

A abordagem qualitativa orienta o desenvolvimento deste estudo por possibilitar a interpretação aprofundada de significados presentes nas produções científicas analisadas. Essa perspectiva metodológica permite compreender como a inteligência artificial e as tecnologias assistivas são articuladas no campo educacional inclusivo, especialmente em contextos relacionados ao Transtorno do Espectro Autista, no qual a comunicação mediada por recursos digitais assume papel central na construção de interações mais acessíveis e funcionais (Campigotto et al., 2020), valorizando a complexidade dos fenômenos educacionais.

2.1.2. Natureza Básica da Investigação

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa básica, voltada à ampliação do conhecimento teórico sobre inteligência artificial, comunicação alternativa e inclusão educacional. Esse tipo de investigação não se orienta por aplicação imediata, mas pela construção de fundamentos conceituais que permitem compreender com maior profundidade as relações entre tecnologia e educação inclusiva, especialmente quando se considera a necessidade de acessibilidade comunicativa para estudantes com diferentes perfis de desenvolvimento (Almeida et al., 2022), contribuindo para a consolidação do campo teórico.

2.1.3. Objetivos Exploratórios e Descritivos

No que se refere aos objetivos, a pesquisa assume caráter exploratório e descritivo. Exploratória por buscar maior familiaridade com o conjunto de produções científicas relacionadas ao tema, e descritiva por organizar e sistematizar os principais conceitos e abordagens identificadas na literatura. Essa combinação permite mapear tendências teóricas sobre tecnologias assistivas e sistemas pedagógicos acessíveis, especialmente aqueles voltados ao desenvolvimento comunicativo de estudantes com Transtorno do Espectro Autista, cujas práticas de intervenção envolvem múltiplas estratégias de mediação (Lorah et al., 2015), estruturando um panorama analítico do campo.

2.1.4. Pesquisa Bibliográfica como Fundamentação Científica

A pesquisa bibliográfica constitui o eixo central da investigação, sendo responsável pela construção do referencial teórico que sustenta a análise. Esse procedimento envolve a

seleção, leitura e interpretação de obras científicas já publicadas, como artigos, livros e dissertações, permitindo o acesso ao estado atual do conhecimento sobre inteligência artificial, tecnologias assistivas e comunicação aumentativa e alternativa, especialmente em contextos educacionais mediados por sistemas digitais que ampliam possibilidades pedagógicas (Machalicek et al., 2008), fortalecendo a base teórica do estudo.

2.1.5. Pesquisa Documental e Seleção das Fontes

A pesquisa também se caracteriza como documental, ao incluir materiais disponíveis em bases científicas e repositórios acadêmicos. Foram consultadas plataformas como CAPES, Scopus, Web of Science, SciELO e Google Acadêmico, considerando critérios de relevância, atualidade e consistência metodológica. Essa etapa garante diversidade de fontes e amplia a confiabilidade do corpus teórico utilizado na análise, especialmente no que se refere às aplicações de tecnologias digitais em contextos educacionais inclusivos e suas contribuições para a acessibilidade (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a robustez da investigação.

2.1.6. Procedimentos de Coleta, Análise e Categorização dos Dados

Os procedimentos de coleta envolveram o levantamento sistemático das produções científicas relacionadas ao tema, seguido de uma triagem rigorosa baseada em critérios de pertinência temática, atualidade, consistência teórica e rigor metodológico. Esse processo de seleção buscou garantir que apenas produções com relevância acadêmica significativa integrassem o corpus de análise, evitando dispersões conceituais e assegurando maior densidade interpretativa ao material examinado (Chen et al., 2019). Nesse movimento analítico, emergiram categorias temáticas relacionadas à adaptação pedagógica, mediação tecnológica e reorganização dos processos comunicativos, em diálogo com discussões sobre sistemas inteligentes capazes de ajustar intervenções educacionais de forma dinâmica e responsiva ao comportamento do estudante.

Esse processo de categorização não se limitou à simples organização descritiva dos conteúdos, mas envolveu um exercício interpretativo de comparação entre diferentes abordagens teóricas, permitindo identificar convergências conceituais e tensões epistemológicas presentes na literatura analisada (Chen et al., 2019). As categorias construídas funcionaram como instrumentos de leitura crítica, capazes de evidenciar como os sistemas pedagógicos acessíveis vêm sendo concebidos em articulação com tecnologias assistivas e recursos digitais voltados à comunicação aumentativa e alternativa.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PEDAGÓGICOS ACESSÍVEIS COM IA

EDUCAÇÃO INCLUSIVA PARA ASD

ETAPA 1: INTERAÇÃO E COLETA DE DADOS

- Monitoramento de respostas;
- Adaptação de ritmo;
- Identificação de barreiras

ETAPA 2: ANÁLISE DE DADOS IA

- AJUSTE DE CONTEÚDO;
- PERSONALIZAÇÃO DO RITMO;
- ADAPTAÇÃO DA APRESENTAÇÃO (Visual, Sonora, Tátil)

EDUCAÇÃO MAIS INCLUSIVA E EFICAZ

- Redução de barreiras;
- Aprendizagem significativa;
- Maior autonomia

2.2. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS PEDAGÓGICOS ACESSÍVEIS

O desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis baseados em inteligência artificial no contexto do Transtorno do Espectro Autista inaugura uma reorganização profunda das práticas educacionais contemporâneas, deslocando o foco de modelos padronizados para estruturas adaptativas centradas na singularidade do estudante. Essa transformação ocorre quando ambientes digitais passam a incorporar mecanismos de personalização capazes de ajustar interações, conteúdos e ritmos de aprendizagem em tempo real, fenômeno associado à ampliação de abordagens educacionais inclusivas em diferentes contextos escolares (Fletcher-Watson et al., 2016), o que redefine o papel da tecnologia como elemento estruturante do processo pedagógico.

A construção desses sistemas envolve a articulação entre algoritmos inteligentes e práticas educacionais, permitindo que o ensino responda de maneira dinâmica às necessidades cognitivas e comunicativas dos estudantes. Esse movimento implica uma mudança na lógica de transmissão de conhecimento, que passa a operar por meio de ajustes contínuos baseados em padrões de interação observados, especialmente relevantes quando se considera a utilização de tecnologias digitais em ambientes educacionais inclusivos (Chen et al., 2019), ampliando a responsividade do processo de aprendizagem.

A personalização do ensino proporcionada por sistemas inteligentes modifica a organização do conteúdo pedagógico ao possibilitar variações na forma de apresentação das informações, no nível de complexidade e na sequência das atividades. Essa flexibilidade favorece a construção de experiências de aprendizagem mais alinhadas às necessidades individuais dos estudantes com Transtorno do Espectro Autista, especialmente quando integradas a tecnologias educacionais que promovem acessibilidade e adaptação contínua (Campigotto et al., 2020), fortalecendo o engajamento e a participação.

A mediação tecnológica assume função central nesse processo ao atuar não apenas como suporte instrumental, mas como componente ativo na reorganização das relações entre estudante, conhecimento e ambiente educacional. Interfaces digitais inteligentes permitem interpretar respostas e ajustar estímulos de forma contínua, o que transforma a dinâmica tradicional da sala de aula em um sistema mais interativo e responsivo às variações individuais de aprendizagem (Ploog et al., 2013), ampliando o potencial formativo das experiências educacionais.

A acessibilidade, nesse contexto, passa a ser compreendida como uma propriedade dinâmica dos sistemas educacionais, e não como simples adaptação pontual de materiais ou conteúdos. Essa perspectiva ganha força quando se observa a incorporação de tecnologias assistivas que ampliam o acesso à comunicação e ao conhecimento por meio de múltiplas

linguagens e interfaces interativas (Almeida et al., 2022), permitindo a construção de ambientes mais inclusivos.

A comunicação no ambiente educacional é profundamente reconfigurada pela presença de sistemas digitais que incorporam recursos visuais, auditivos e simbólicos, ampliando as possibilidades expressivas dos estudantes. Essa ampliação permite que sujeitos com diferentes perfis comunicativos participem de interações escolares de forma mais ativa, especialmente quando tecnologias de apoio são integradas ao processo de ensino (Machalicek et al., 2008), favorecendo a construção de significados compartilhados.

A inteligência artificial aplicada à educação inclusiva possibilita a identificação de padrões de interação que orientam ajustes pedagógicos mais precisos e contextualizados. Esse tipo de análise contribui para a construção de estratégias de ensino mais sensíveis às necessidades individuais dos estudantes, sobretudo quando associadas a sistemas educacionais digitais capazes de adaptação contínua (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a coerência entre ensino e aprendizagem.

Os sistemas pedagógicos acessíveis também permitem a reorganização do tempo de aprendizagem, respeitando ritmos individuais e evitando a rigidez temporal presente em modelos tradicionais de ensino. Essa flexibilidade é particularmente relevante em contextos nos quais a diversidade cognitiva exige ajustes constantes, especialmente quando tecnologias digitais são utilizadas para apoiar processos educacionais personalizados (Kagohara et al., 2013), ampliando a autonomia do estudante.

A integração entre inteligência artificial e tecnologias assistivas fortalece a construção de ambientes educacionais mais inclusivos ao combinar suporte comunicativo e adaptação pedagógica em um mesmo sistema. Essa articulação amplia as possibilidades de participação dos estudantes com Transtorno do Espectro Autista, especialmente quando ferramentas digitais são utilizadas para facilitar a expressão e a interação social (Lorah et al., 2015), promovendo maior independência comunicativa.

A análise de dados educacionais em sistemas inteligentes permite ajustes contínuos nas estratégias pedagógicas, tornando o processo de ensino mais responsivo às necessidades dos estudantes. Essa capacidade de adaptação é especialmente relevante quando se considera a utilização de tecnologias digitais que monitoram interações e reorganizam conteúdos de forma dinâmica (Chen et al., 2019), ampliando a precisão das intervenções educacionais.

A comunicação mediada por tecnologias digitais amplia o repertório expressivo dos estudantes ao incorporar diferentes formas de linguagem, como símbolos, imagens e sons organizados em interfaces interativas. Essa ampliação possibilita novas formas de interação no ambiente escolar, especialmente quando tecnologias assistivas são utilizadas para apoiar

processos comunicativos mais complexos (Machalicek et al., 2008), fortalecendo a inclusão educacional.

A atuação docente é redefinida pela presença de sistemas inteligentes no ambiente escolar, exigindo novas competências relacionadas à mediação tecnológica e à adaptação pedagógica. Esse cenário demanda compreensão crítica sobre o uso de tecnologias educacionais, especialmente quando aplicadas ao atendimento de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (Knight et al., 2013), modificando o papel tradicional do educador.

A infraestrutura tecnológica e o planejamento pedagógico assumem papel determinante na efetividade dos sistemas educacionais acessíveis, uma vez que a ausência desses elementos compromete a implementação das tecnologias. Essa condição é frequentemente associada à necessidade de integração entre políticas educacionais e recursos digitais voltados à inclusão (Almeida et al., 2022), evidenciando a dimensão estrutural do processo.

A organização de percursos de aprendizagem personalizados permite que os estudantes avancem conforme seu próprio ritmo, favorecendo experiências mais significativas e ajustadas às suas necessidades. Essa característica se torna mais evidente quando sistemas digitais são utilizados para adaptar conteúdos de forma contínua, considerando variações no desempenho e na interação (Campigotto et al., 2020), ampliando a flexibilidade pedagógica.

A utilização de recursos multimodais em ambientes educacionais inclusivos favorece o engajamento dos estudantes ao oferecer diferentes formas de interação com o conteúdo. Essa diversidade de estímulos é especialmente relevante em contextos nos quais a comunicação alternativa desempenha papel central no processo de aprendizagem (Ploog et al., 2013), ampliando o alcance das práticas pedagógicas.

A inteligência artificial também contribui para a adaptação da comunicação educacional ao ajustar mensagens e conteúdos conforme o perfil do estudante. Essa personalização favorece a compreensão das informações e fortalece a participação ativa no processo de aprendizagem, especialmente quando sistemas digitais são utilizados para mediar interações educacionais (Chen et al., 2019), promovendo maior efetividade comunicativa.

A autonomia comunicativa dos estudantes é ampliada quando sistemas pedagógicos acessíveis oferecem múltiplas possibilidades de expressão e interação. Essa autonomia envolve não apenas o uso técnico das ferramentas, mas também a capacidade de escolha e organização das formas de comunicação em contextos educacionais diversos (Lorah et al., 2015), fortalecendo a participação social.

A mediação tecnológica redefine a relação entre linguagem e aprendizagem ao incorporar sistemas capazes de traduzir intenções comunicativas em diferentes formatos. Essa

transformação amplia o acesso ao conhecimento e fortalece práticas educacionais inclusivas, especialmente quando tecnologias assistivas são integradas ao ambiente escolar (Machalicek et al., 2008), promovendo maior equidade educacional.

A evolução dos sistemas pedagógicos acessíveis depende da articulação entre inovação tecnológica e reflexão pedagógica, permitindo o uso crítico das ferramentas digitais no processo educativo. Essa articulação torna-se fundamental quando se considera o impacto das tecnologias na reorganização das práticas de ensino inclusivo (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando sua efetividade.

A construção de ambientes educacionais inclusivos exige consideração das particularidades cognitivas e comunicativas dos estudantes, o que implica adaptação constante dos sistemas pedagógicos. Essa adaptação é potencializada quando tecnologias digitais são utilizadas para interpretar interações e ajustar estratégias de ensino (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a personalização.

A utilização de tecnologias assistivas integradas a sistemas inteligentes amplia a capacidade de expressão dos estudantes ao oferecer suporte contínuo à comunicação. Esse suporte contribui para maior participação em atividades escolares e sociais, especialmente em contextos nos quais a linguagem oral apresenta limitações (Knight et al., 2013), favorecendo a inclusão.

A análise contínua do desempenho dos estudantes por meio de sistemas digitais possibilita ajustes pedagógicos mais precisos e contextualizados. Essa prática transforma a avaliação em um processo integrado à aprendizagem, especialmente quando tecnologias inteligentes são utilizadas para monitorar interações educacionais (Chen et al., 2019), ampliando a eficácia das intervenções.

A inclusão educacional mediada por inteligência artificial redefine práticas pedagógicas ao incorporar mecanismos de adaptação contínua e personalização do ensino. Essa redefinição amplia as possibilidades de participação de estudantes com Transtorno do Espectro Autista em diferentes contextos educacionais, especialmente quando sistemas digitais são utilizados para apoiar processos de aprendizagem (Almeida et al., 2022), promovendo maior equidade.

A consolidação dos sistemas pedagógicos acessíveis baseados em inteligência artificial representa um avanço significativo na construção de práticas educacionais mais flexíveis e inclusivas, nas quais tecnologia e pedagogia se articulam de forma integrada (Fletcher-Watson et al., 2016). Esse processo contribui para a ampliação da autonomia comunicativa e do acesso ao conhecimento por estudantes com Transtorno do Espectro Autista, especialmente quando tecnologias inteligentes são incorporadas ao ambiente escolar.

ENTENDENDO A RO A TECNOLOGIAS DE AC COMUNICAÇÃO ALTERE AUMENTATIVA (CAA)

TECNOLOGIAS PARA TODOS OS AMBIENTES

ETAPA 1: SELEÇÃO E EXPRESSÃO

- Múltiplas formas de acesso (toque, olhar, interruptores);
- Símbolos personalizados e robustos;
- Voz sintetizada de alta qualidade

NÚCLEO DE PROCESSAMENTO DA CAA

RECURSOS E ADAPTAÇÕES

- AJUSTES DE VELOCIDADE (IA);
- PERSONALIZAÇÃO DE VOCABULÁRIO;
- SISTEMAS DE PREVISÃO DE PALAVRAS;
- MULTI-IDIOMAS E CULTURAS

COMUNICAÇÃO MAIS EFICAZ E INCLUSIVA

- Ampliação da participação social;
- Maior independência e autonomia;
- Redução de frustração;
- Acesso a oportunidades educacionais

TECNOLOGIA COMO
PONTE PARA A INCLUSÃO

2.3. TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVA E AUMENTATIVA

As tecnologias de Comunicação Alternativa e Aumentativa (CAA) ocupam posição central na reconfiguração dos processos comunicativos de indivíduos com limitações de linguagem, especialmente no contexto do Transtorno do Espectro Autista. A literatura aponta que tais recursos ampliam significativamente as possibilidades de interação social ao mediar a expressão de desejos, necessidades e pensamentos por meio de sistemas simbólicos estruturados (Machalicek et al., 2008), o que desloca a comunicação de uma lógica exclusivamente verbal para um modelo multimodal mais inclusivo.

A constituição desses sistemas envolve a articulação entre dispositivos digitais, interfaces gráficas e algoritmos que interpretam e organizam estímulos comunicativos. A figura dos autores (2026), destaca que esse conjunto tecnológico permite a tradução de símbolos em mensagens compreensíveis, favorecendo a participação ativa do usuário em contextos educacionais e sociais, especialmente quando se observa a aplicação de tecnologias assistivas voltadas à ampliação da acessibilidade comunicativa (Almeida et al., 2022), fortalecendo a autonomia expressiva.

A evolução das tecnologias de CAA revela um movimento contínuo de sofisticação das ferramentas digitais, que passam a incorporar recursos interativos capazes de adaptar-se ao comportamento do usuário (Acessar o link para baixar imagens ou obter o programa completo http://autismosimonehelendrumond.blogspot.com/search/label/PECS%20%28COMUNICA%C3%87%C3%83O%29). Essa adaptação tecnológica torna possível a criação de ambientes comunicacionais mais responsivos, nos quais a interação não depende exclusivamente da

linguagem oral, mas de sistemas integrados que reconhecem padrões de uso e ajustam respostas (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando a funcionalidade comunicativa.

O uso de símbolos visuais constitui um dos elementos estruturantes da Comunicação Alternativa e Aumentativa, permitindo a construção de significados por meio de representações gráficas organizadas. Esses símbolos desempenham papel fundamental na mediação da linguagem, especialmente em contextos nos quais a comunicação verbal apresenta barreiras significativas, sendo frequentemente integrados a sistemas digitais que potencializam sua aplicabilidade (Campigotto et al., 2020), ampliando o alcance comunicativo.

A integração entre CAA e tecnologias digitais cria condições para a emergência de sistemas híbridos de comunicação, nos quais diferentes modalidades linguísticas coexistem e se complementam. Essa integração favorece a construção de experiências comunicativas mais flexíveis, especialmente quando associada a plataformas interativas capazes de interpretar e reorganizar informações em tempo real (Chen et al., 2019), promovendo maior fluidez na interação.

A incorporação de inteligência artificial nesses sistemas amplia significativamente sua capacidade adaptativa, permitindo a personalização das interfaces conforme o perfil comunicativo do usuário. Esse processo de personalização envolve a análise contínua de dados de interação, possibilitando ajustes automáticos que tornam a comunicação mais eficiente e contextualizada (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a autonomia funcional.

A comunicação mediada por tecnologias de CAA não se limita à substituição da fala, mas envolve a construção de novos modos de expressão que reconfiguram a relação entre linguagem e pensamento. Essa reconfiguração evidencia a importância de sistemas que ampliam o repertório comunicativo do usuário, especialmente quando integrados a dispositivos digitais acessíveis (Lorah et al., 2015), promovendo maior participação social.

A utilização de aplicativos específicos para CAA tem transformado práticas educacionais ao possibilitar interações mais dinâmicas entre estudantes e conteúdos pedagógicos. Esses aplicativos funcionam como mediadores entre o indivíduo e o ambiente, traduzindo intenções comunicativas em mensagens estruturadas que facilitam a compreensão e a resposta do interlocutor (Machalicek et al., 2008), ampliando a eficácia da comunicação.

A acessibilidade comunicativa promovida por esses sistemas depende da qualidade da interface e da adequação dos recursos utilizados às necessidades individuais dos usuários. Essa adequação exige um processo contínuo de avaliação e ajuste, especialmente quando se considera a diversidade de perfis presentes no Transtorno do Espectro Autista (Almeida et al., 2022), reforçando a importância da personalização tecnológica.

A presença de tecnologias de CAA em ambientes educacionais contribui para a construção de práticas pedagógicas mais inclusivas, ao permitir que estudantes participem ativamente das atividades escolares. Essa participação é mediada por sistemas que interpretam símbolos e os convertem em linguagem funcional, favorecendo a interação com professores e colegas (Campigotto et al., 2020), ampliando o engajamento.

A inteligência artificial aplicada à CAA possibilita a antecipação de necessidades comunicativas com base em padrões de uso, criando sistemas mais proativos e sensíveis ao comportamento do usuário. Essa capacidade de antecipação transforma a comunicação em um processo dinâmico, no qual o sistema contribui ativamente para a construção de mensagens (Chen et al., 2019), fortalecendo a eficiência comunicativa.

A adaptação dos sistemas de CAA envolve também a consideração de fatores sensoriais e cognitivos que influenciam diretamente a forma como o indivíduo interage com o ambiente. Essa adaptação torna-se especialmente relevante em contextos educacionais inclusivos, nos quais a diversidade de necessidades exige respostas tecnológicas flexíveis e ajustáveis (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando a efetividade das intervenções.

A utilização de representações visuais organizadas em sistemas digitais permite a construção de rotinas comunicativas estruturadas, facilitando a previsibilidade e a compreensão das interações. Essa estruturação contribui para reduzir barreiras comunicativas e favorecer a autonomia do usuário na organização de suas próprias mensagens (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a independência comunicativa.

A CAA também desempenha papel relevante na mediação de interações sociais, ao possibilitar que indivíduos com dificuldades de linguagem participem de contextos coletivos. Essa participação é viabilizada por sistemas que traduzem intenções comunicativas em formatos acessíveis aos interlocutores, promovendo maior inclusão social (Lorah et al., 2015), ampliando as oportunidades de interação.

A evolução dos sistemas de CAA está diretamente relacionada ao avanço das tecnologias digitais e à incorporação de recursos interativos que ampliam sua funcionalidade. Essa evolução permite a criação de ambientes comunicacionais mais sofisticados, nos quais a interação entre usuário e sistema se torna cada vez mais fluida e responsiva (Machalicek et al., 2008), fortalecendo a mediação tecnológica.

A personalização dos sistemas de comunicação alternativa envolve a análise detalhada do perfil do usuário, considerando suas preferências, capacidades e necessidades específicas. Esse processo de adaptação contínua é essencial para garantir a efetividade da comunicação, especialmente em contextos educacionais inclusivos (Almeida et al., 2022), ampliando a adequação dos recursos utilizados.

A integração entre CAA e inteligência artificial possibilita o desenvolvimento de sistemas que aprendem com o uso, ajustando-se progressivamente às formas de interação do usuário. Essa característica transforma a tecnologia em um agente ativo no processo comunicativo, capaz de evoluir conforme o contexto de uso (Chen et al., 2019), promovendo maior eficiência.

A utilização de dispositivos móveis tem ampliado o acesso às tecnologias de CAA, tornando-as mais portáteis e acessíveis em diferentes contextos. Essa mobilidade contribui para a continuidade da comunicação em ambientes variados, favorecendo a consistência das interações ao longo do dia (Campigotto et al., 2020), ampliando sua aplicabilidade.

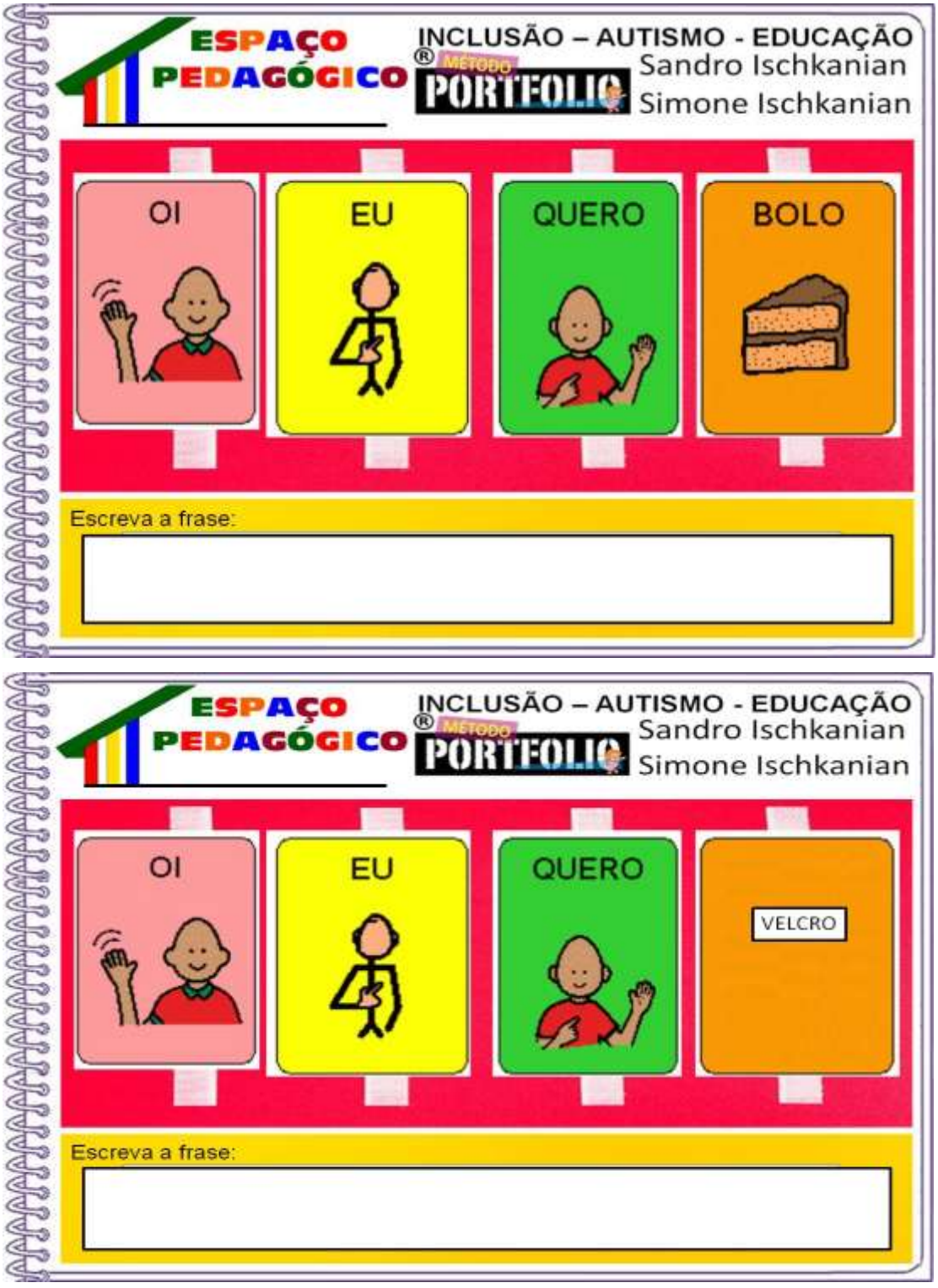
A mediação tecnológica na comunicação alternativa também envolve aspectos pedagógicos que influenciam diretamente o processo de aprendizagem. Essa mediação permite a construção de experiências educacionais mais inclusivas, nas quais a comunicação se torna parte integrante do desenvolvimento cognitivo e social (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a integração entre linguagem e aprendizagem.

A utilização de sistemas simbólicos estruturados facilita a compreensão de conceitos abstratos ao traduzi-los em representações visuais concretas. Essa tradução contribui para a ampliação do repertório cognitivo do usuário, especialmente em contextos nos quais a linguagem verbal não é plenamente funcional (Kagohara et al., 2013), ampliando o acesso ao conhecimento.

A CAA também promove a ampliação da autonomia ao permitir que o indivíduo construa suas próprias mensagens de forma independente. Essa autonomia comunicativa representa um avanço significativo na inclusão educacional e social, especialmente quando mediada por tecnologias digitais acessíveis (Lorah et al., 2015), fortalecendo a participação ativa.

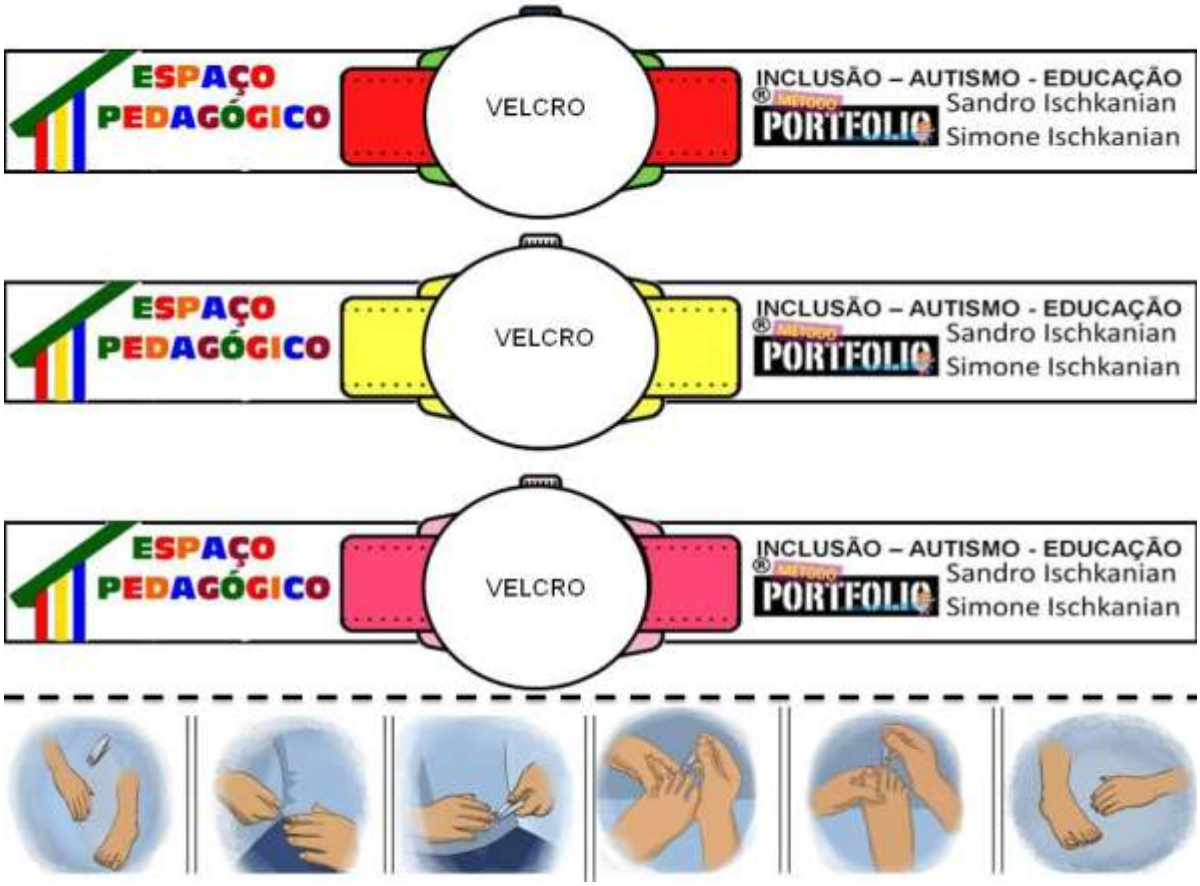
A incorporação de sistemas inteligentes na comunicação alternativa transforma a forma como as interações são estruturadas, permitindo maior flexibilidade e adaptabilidade. Essa transformação evidencia o potencial das tecnologias digitais na reorganização dos processos comunicativos contemporâneos (Machalicek et al., 2008), ampliando suas possibilidades.

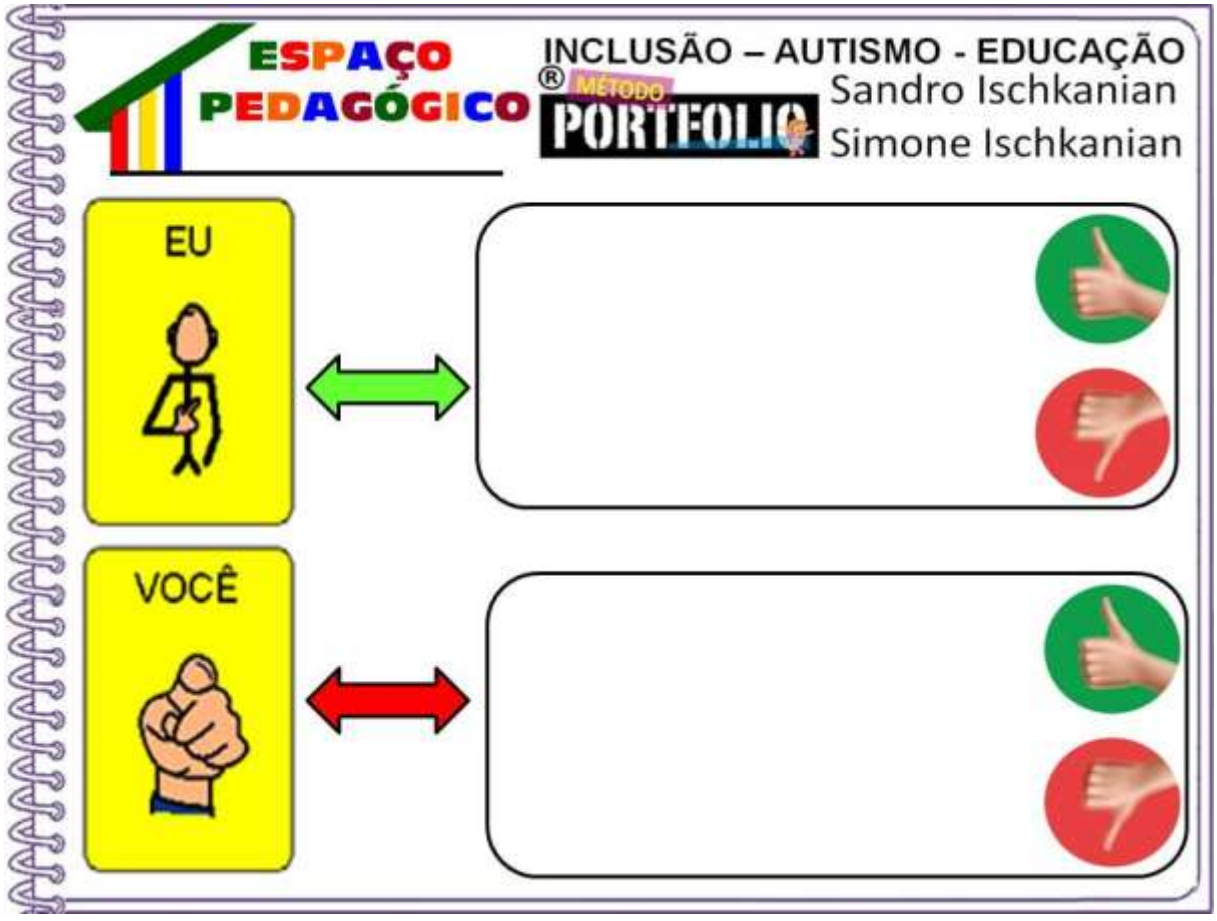
A continuidade do desenvolvimento das tecnologias de CAA depende da articulação entre inovação tecnológica e práticas pedagógicas inclusivas. Essa articulação permite que os sistemas sejam constantemente aprimorados com base nas necessidades reais dos usuários, especialmente quando integrados a contextos educacionais diversos (Almeida et al., 2022), fortalecendo sua relevância social.



Fonte:
http://autismosimonehelendrumond.blogspot.com/search/label/PECS%20%28COMUNICA%C3%87%C3%83O%29

A consolidação das tecnologias de Comunicação Alternativa e Aumentativa representa um avanço significativo na construção de práticas comunicativas mais inclusivas, ao ampliar as possibilidades de expressão de indivíduos com dificuldades de linguagem, essa consolidação reflete um movimento contínuo de inovação tecnológica e pedagógica, no qual a comunicação se torna cada vez mais acessível, adaptativa e centrada no usuário.





Fonte:
http://autismosimonehelendrumond.blogspot.com/search/label/PECS%20%28COMUNICA%C3%87%C3%83O%29?updated-max=2022-07-08T21:59:00-07:00&max-results=20&start=2&by-date=false

2.4. PERSONALIZAÇÃO DO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

A personalização do processo de aprendizagem constitui uma das transformações mais significativas impulsionadas pela inteligência artificial no campo da educação inclusiva, ao deslocar o foco de modelos homogêneos para trajetórias educacionais individualizadas. Esse movimento encontra respaldo em estudos que indicam a capacidade de sistemas inteligentes em interpretar padrões de interação e ajustar estratégias pedagógicas conforme necessidades específicas dos estudantes (Fletcher-Watson et al., 2016), o que redefine o papel da mediação educacional.

A análise de dados educacionais em tempo real permite que os sistemas identifiquem variações no desempenho cognitivo e comportamental dos estudantes, criando respostas pedagógicas mais ajustadas. Esse tipo de processamento contínuo transforma a aprendizagem em um processo dinâmico, no qual cada interação contribui para a reorganização das atividades propostas, especialmente quando tecnologias digitais são integradas ao contexto escolar (Chen et al., 2019), ampliando a precisão das intervenções.

A adaptação automática de conteúdos representa um avanço relevante na construção de ambientes educacionais mais responsivos, nos quais o estudante deixa de ser receptor passivo e passa a ocupar posição central no processo de aprendizagem. Essa reorganização pedagógica é potencializada pelo uso de tecnologias assistivas que ampliam a acessibilidade e favorecem diferentes formas de interação com o conhecimento (Almeida et al., 2022), fortalecendo a inclusão.

A individualização do ensino envolve a consideração de múltiplas variáveis cognitivas, emocionais e comunicativas, que influenciam diretamente o modo como o estudante interage com o conteúdo. Essa abordagem permite maior sensibilidade às diferenças individuais, especialmente em contextos nos quais o Transtorno do Espectro Autista demanda estratégias pedagógicas mais flexíveis e adaptativas (Campigotto et al., 2020), promovendo maior equidade educacional.

A inteligência artificial aplicada à educação possibilita a construção de perfis de aprendizagem que orientam decisões pedagógicas mais precisas, baseadas em evidências comportamentais. Esses perfis funcionam como sistemas dinâmicos que se atualizam continuamente, permitindo ajustes constantes nas estratégias de ensino (Kagohara et al., 2013), o que amplia a eficiência do processo educativo.

A personalização também se manifesta na forma como o conteúdo é apresentado ao estudante, considerando preferências sensoriais e estilos de aprendizagem. Essa flexibilidade contribui para reduzir barreiras cognitivas e melhorar a compreensão dos conteúdos,

especialmente quando tecnologias digitais são utilizadas como mediadoras do processo educacional (Ploog et al., 2013), favorecendo maior engajamento.

A mediação tecnológica no processo de aprendizagem redefine a relação entre professor, estudante e conhecimento, ao introduzir sistemas capazes de interpretar dados e sugerir intervenções pedagógicas. Essa redefinição implica uma reorganização das práticas docentes, que passam a integrar recursos digitais como parte constitutiva do ensino (Knight et al., 2013), ampliando o alcance das estratégias educacionais.

A autonomia do estudante é fortalecida quando os sistemas permitem escolhas personalizadas de atividades, ritmo e formas de interação com o conteúdo. Essa autonomia não se limita à execução de tarefas, mas envolve a capacidade de participação ativa na construção do próprio percurso de aprendizagem (Lorah et al., 2015), promovendo maior protagonismo educacional.

A análise contínua do desempenho possibilita identificar padrões de dificuldade antes que se tornem obstáculos significativos ao aprendizado. Esse caráter preditivo da inteligência artificial contribui para intervenções mais precoces e eficazes, especialmente quando associada a sistemas educacionais inclusivos (Chen et al., 2019), ampliando a responsividade pedagógica.

A personalização da aprendizagem também envolve a adaptação das formas de avaliação, que passam a considerar o progresso individual em vez de padrões fixos de desempenho. Essa mudança favorece uma compreensão mais ampla do desenvolvimento do estudante, valorizando trajetórias singulares de aprendizagem (Fletcher-Watson et al., 2016), o que amplia a justiça educacional.

A integração entre tecnologias digitais e práticas pedagógicas possibilita a criação de ambientes educacionais mais interativos, nos quais o estudante participa ativamente da construção do conhecimento. Essa participação é mediada por sistemas que ajustam estímulos conforme o nível de compreensão demonstrado (Campigotto et al., 2020), fortalecendo o engajamento cognitivo.

A flexibilidade dos sistemas inteligentes permite reorganizar o tempo de aprendizagem de acordo com o ritmo individual, evitando a imposição de padrões uniformes. Essa flexibilidade é particularmente relevante em contextos educacionais inclusivos, nos quais a diversidade de perfis exige adaptações constantes (Kagohara et al., 2013), ampliando a eficácia do ensino.

A personalização também se expressa na capacidade dos sistemas de sugerir atividades complementares com base no desempenho do estudante, criando trajetórias de aprendizagem mais coerentes. Essa funcionalidade contribui para o fortalecimento de

competências específicas e para a consolidação do conhecimento (Chen et al., 2019), promovendo maior consistência formativa.

A utilização de interfaces adaptativas permite que o estudante interaja com o conteúdo de diferentes maneiras, ampliando o acesso à informação por meio de múltiplas linguagens. Essa diversidade de formatos contribui para a inclusão de estudantes com diferentes necessidades comunicativas (Machalicek et al., 2008), fortalecendo a acessibilidade educacional.

A inteligência artificial também possibilita a identificação de padrões emocionais que influenciam o processo de aprendizagem, permitindo ajustes mais sensíveis às condições do estudante. Essa dimensão afetiva da aprendizagem torna-se relevante em contextos inclusivos, nos quais fatores emocionais impactam diretamente o desempenho (Ploog et al., 2013), ampliando a compreensão do processo educativo.

A personalização do ensino exige uma infraestrutura tecnológica capaz de sustentar o funcionamento contínuo dos sistemas inteligentes. Essa infraestrutura envolve dispositivos, conectividade e plataformas digitais integradas, elementos essenciais para garantir a efetividade das práticas educacionais (Almeida et al., 2022), fortalecendo a viabilidade do modelo.

A adaptação pedagógica promovida por sistemas inteligentes contribui para reduzir situações de frustração e desmotivação, ao oferecer experiências de aprendizagem mais alinhadas às capacidades do estudante. Essa adequação favorece a permanência e o engajamento no processo educacional (Campigotto et al., 2020), ampliando o sucesso escolar.

A personalização também impacta diretamente a relação entre erro e aprendizagem, ao permitir que o sistema identifique dificuldades sem penalização imediata. Essa abordagem favorece a aprendizagem contínua, na qual o erro é interpretado como parte do processo de desenvolvimento (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a progressão cognitiva.

A utilização de dados educacionais para personalização exige atenção ética quanto ao uso e interpretação das informações coletadas. Essa dimensão ética torna-se fundamental quando se trata de sistemas que monitoram continuamente o desempenho dos estudantes (Knight et al., 2013), garantindo a proteção dos dados.

A inteligência artificial permite que o processo de aprendizagem seja continuamente ajustado com base em interações anteriores, criando um ciclo de retroalimentação constante. Esse ciclo contribui para a construção de experiências educacionais mais precisas e eficientes (Chen et al., 2019), ampliando a qualidade do ensino.

A personalização do processo de aprendizagem também favorece a inclusão ao permitir que diferentes perfis de estudantes acessem o mesmo conteúdo por caminhos distintos.

Essa pluralidade de percursos fortalece a equidade educacional ao reconhecer a diversidade como elemento estruturante do ensino (Lorah et al., 2015), ampliando a justiça pedagógica.

A consolidação de sistemas educacionais personalizados baseados em inteligência artificial representa uma transformação estrutural na forma como o conhecimento é organizado e transmitido. Essa transformação evidencia a integração entre tecnologia e pedagogia como eixo central da educação contemporânea (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando as possibilidades de aprendizagem significativa.

2.5. INCLUSÃO EDUCACIONAL E PARTICIPAÇÃO ESCOLAR

A inclusão educacional de estudantes com Transtorno do Espectro Autista tem sido profundamente reconfigurada pela articulação entre inteligência artificial e comunicação alternativa, que amplia os modos de participação no ambiente escolar. Estudos indicam que tecnologias digitais adaptativas favorecem a construção de experiências educacionais mais acessíveis e responsivas às necessidades individuais dos estudantes (Almeida et al., 2022), deslocando o foco da integração física para a participação efetiva no processo de aprendizagem.

A presença de sistemas inteligentes no contexto escolar modifica a dinâmica das interações ao possibilitar formas mais diversificadas de comunicação entre estudantes e educadores. Essa modificação se intensifica quando recursos de comunicação aumentativa e alternativa são incorporados às práticas pedagógicas, permitindo que a expressão de ideias ocorra por múltiplos canais sem depender exclusivamente da linguagem oral (Machalicek et al., 2008), ampliando a participação ativa.

A mediação tecnológica favorece a construção de ambientes educacionais mais inclusivos ao permitir que estudantes com diferentes perfis comunicativos acessem conteúdos e interajam com seus pares. Esse processo envolve a adaptação contínua das ferramentas digitais, que passam a responder às necessidades específicas de cada usuário em tempo real (Chen et al., 2019), fortalecendo a interação social no espaço escolar.

A comunicação alternativa desempenha papel estruturante na inclusão ao possibilitar que estudantes com dificuldades de linguagem participem de atividades coletivas de forma significativa. Essa participação ocorre por meio de sistemas simbólicos que traduzem intenções comunicativas em mensagens compreensíveis, ampliando as possibilidades de interação em contextos educacionais diversos (Lorah et al., 2015), promovendo maior engajamento.

A inteligência artificial contribui para a inclusão ao interpretar padrões de comportamento e ajustar estratégias pedagógicas conforme o perfil do estudante. Essa capacidade adaptativa permite que o ensino seja reorganizado de maneira mais sensível às diferenças individuais, especialmente em contextos nos quais a comunicação apresenta

particularidades específicas (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a equidade educacional.

A ampliação da participação escolar depende da criação de interfaces acessíveis que facilitem a interação entre estudante e ambiente educacional. Essas interfaces funcionam como mediadoras da comunicação, traduzindo comandos e símbolos em ações compreensíveis dentro do contexto escolar (Kagohara et al., 2013), ampliando o alcance da participação.

A inclusão educacional não se limita ao acesso físico à escola, mas envolve a capacidade de participação ativa em atividades pedagógicas e sociais. Essa perspectiva é reforçada pela utilização de tecnologias assistivas que reorganizam o modo como o estudante interage com o conhecimento e com os demais sujeitos do ambiente escolar (Campigotto et al., 2020), ampliando a experiência educacional.

A presença de sistemas digitais adaptativos no ambiente escolar permite a criação de estratégias pedagógicas mais flexíveis, capazes de atender diferentes níveis de desenvolvimento. Essa flexibilidade contribui para reduzir barreiras comunicativas e cognitivas, especialmente quando associada à utilização de recursos de comunicação alternativa (Ploog et al., 2013), fortalecendo a inclusão.

A participação escolar torna-se mais efetiva quando o estudante consegue expressar suas necessidades e opiniões de forma funcional dentro do ambiente educacional. Essa expressividade é potencializada por sistemas que convertem símbolos em linguagem estruturada, permitindo maior interação com professores e colegas (Machalicek et al., 2008), ampliando a autonomia comunicativa.

A inteligência artificial aplicada à educação inclusiva possibilita ajustes contínuos nas estratégias de ensino, com base na análise de interações em tempo real. Essa capacidade de adaptação favorece a criação de ambientes mais responsivos, nos quais a aprendizagem é construída de forma dinâmica e contextualizada (Chen et al., 2019), fortalecendo o engajamento.

A comunicação mediada por tecnologia amplia as possibilidades de interação social ao oferecer diferentes formas de expressão além da linguagem verbal. Essa ampliação é especialmente relevante em contextos nos quais a participação escolar depende de múltiplos canais comunicativos integrados (Almeida et al., 2022), promovendo maior inclusão.

A utilização de recursos digitais na educação inclusiva transforma a relação entre estudante e conhecimento ao permitir interações mais interativas e personalizadas. Essa transformação ocorre quando sistemas inteligentes ajustam conteúdos e atividades conforme o desempenho individual (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando a participação no processo de aprendizagem.

A inclusão escolar envolve também a capacidade de o estudante compreender e responder às demandas do ambiente educacional. Essa capacidade é fortalecida por tecnologias de comunicação alternativa que traduzem informações complexas em formatos acessíveis e interativos (Lorah et al., 2015), facilitando a compreensão.

A adaptação de conteúdos pedagógicos por sistemas inteligentes contribui para a construção de experiências educacionais mais inclusivas, nas quais o estudante participa de forma ativa. Essa adaptação permite que diferentes níveis de complexidade sejam apresentados de acordo com o perfil do aprendiz (Campigotto et al., 2020), promovendo maior equidade.

A interação entre estudantes no ambiente escolar é fortalecida quando tecnologias de comunicação alternativa são integradas às práticas pedagógicas. Essa integração possibilita que sujeitos com diferentes habilidades comunicativas participem de atividades colaborativas de forma mais equilibrada (Kagohara et al., 2013), ampliando a socialização.

A inteligência artificial contribui para a identificação de barreiras comunicativas que dificultam a participação escolar, permitindo intervenções mais precisas. Essa identificação ocorre por meio da análise de padrões de interação, que orientam ajustes pedagógicos contínuos (Chen et al., 2019), fortalecendo a acessibilidade.

A mediação tecnológica também influencia a forma como o professor organiza suas práticas pedagógicas, exigindo novas estratégias de ensino. Essa reorganização envolve o uso de ferramentas digitais que ampliam a capacidade de adaptação às necessidades dos estudantes (Knight et al., 2013), fortalecendo a inclusão.

A participação escolar torna-se mais significativa quando o estudante consegue interagir com o conteúdo de maneira ativa e personalizada. Essa interação é viabilizada por sistemas que ajustam estímulos conforme o nível de compreensão demonstrado (Ploog et al., 2013), ampliando o envolvimento.

A comunicação alternativa permite que estudantes expressem suas emoções e pensamentos em ambientes nos quais a linguagem verbal é limitada. Essa expressão é essencial para a construção de vínculos sociais e para a participação em atividades coletivas (Machalicek et al., 2008), fortalecendo a inclusão.

A inteligência artificial amplia a capacidade de adaptação dos sistemas educacionais ao interpretar dados de interação e ajustar estratégias de ensino. Essa adaptação contínua contribui para a criação de ambientes mais sensíveis às necessidades dos estudantes (Almeida et al., 2022), promovendo maior participação.

A inclusão educacional envolve a construção de práticas pedagógicas que considerem a diversidade comunicativa dos estudantes. Essa construção é fortalecida pelo uso de

tecnologias assistivas que ampliam o acesso ao conhecimento e à interação social (Campigotto et al., 2020), reforçando a equidade.

A participação ativa no ambiente escolar depende da existência de sistemas que facilitem a comunicação entre todos os sujeitos envolvidos. Essa facilitação ocorre por meio de interfaces digitais que traduzem intenções comunicativas em ações compreensíveis (Lorah et al., 2015), ampliando a integração.

A inteligência artificial contribui para a personalização das experiências educacionais ao ajustar conteúdos conforme o desempenho e as necessidades do estudante. Essa personalização favorece a construção de percursos de aprendizagem mais inclusivos e significativos (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a participação escolar.

A consolidação da inclusão educacional mediada por tecnologias digitais representa uma transformação estrutural nas práticas pedagógicas contemporâneas. Essa transformação evidencia a importância da articulação entre inteligência artificial e comunicação alternativa como eixo central para a promoção da participação escolar de estudantes com Transtorno do Espectro Autista (Chen et al., 2019), ampliando suas possibilidades de interação e aprendizagem.

2.6. TECNOLOGIAS ASSISTIVAS INTELIGENTES

As tecnologias assistivas inteligentes baseadas em inteligência artificial representam uma reconfiguração profunda dos dispositivos de apoio à comunicação e à aprendizagem, ao integrarem capacidades de interpretação de sinais humanos complexos. A literatura aponta que sistemas capazes de reconhecer padrões de voz, gestos e expressões faciais ampliam significativamente as possibilidades de interação de sujeitos com diferentes necessidades comunicativas (Fletcher-Watson et al., 2016), redefinindo o papel da tecnologia no suporte educacional.

A incorporação de sensores avançados em dispositivos assistivos permite a leitura de comportamentos sutis que antes não eram capturados por tecnologias convencionais. Esse avanço possibilita a construção de respostas mais contextualizadas, especialmente em ambientes educacionais inclusivos onde a diversidade de interações exige maior sensibilidade dos sistemas digitais (Chen et al., 2019), ampliando a precisão comunicativa.

A análise de padrões comportamentais por meio de inteligência artificial contribui para a criação de sistemas que se ajustam continuamente ao usuário. Esse processo envolve o reconhecimento de regularidades nas interações, permitindo que o dispositivo aprenda com o uso e modifique suas respostas ao longo do tempo (Almeida et al., 2022), fortalecendo a personalização tecnológica.

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS INTELIGENTES

1

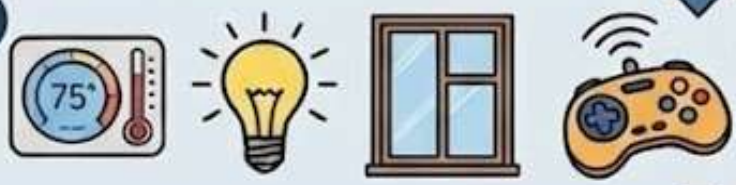
SISTEMAS QUE INTERPRETAM

- Voz
- Gestos
- Expressões Faciais
- Padrões Comportamentais

2 AUXÍLIO NA COMUNICAÇÃO

- CAA adaptativa
- Seleção inteligente

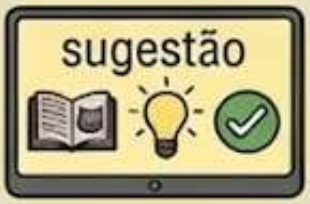
3



ADAPTAÇÃO DO AMBIENTE

- Conforto
- Funcionalidade

4



SUGESTÕES PEDAGÓGICAS

RESPOSTAS AUTOMÁTICAS

INTERVENÇÕES MAIS RÁPIDAS E EFICAZES

TECNOLOGIA COMO PONTE PARA A INCLUSÃO

A interpretação de expressões faciais por sistemas inteligentes amplia a capacidade de compreender estados emocionais, favorecendo respostas mais adequadas às necessidades do usuário. Essa funcionalidade é particularmente relevante em contextos educacionais inclusivos, nos quais a dimensão afetiva desempenha papel central na aprendizagem (Ploog et al., 2013), ampliando a sensibilidade do sistema.

A utilização de reconhecimento de voz em tecnologias assistivas permite a tradução de comandos verbais em ações digitais, facilitando a comunicação entre indivíduo e ambiente tecnológico. Essa funcionalidade contribui para a autonomia do usuário, especialmente quando integrada a sistemas educacionais adaptativos (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a acessibilidade.

A adaptação do ambiente por meio de tecnologias inteligentes representa uma mudança significativa na forma como os espaços educacionais são organizados. Essa adaptação envolve ajustes automáticos em interfaces e conteúdos, permitindo maior conforto e funcionalidade para o usuário (Campigotto et al., 2020), ampliando a inclusão.

A integração entre inteligência artificial e tecnologias assistivas possibilita a criação de sistemas que não apenas respondem, mas também antecipam necessidades do usuário. Essa antecipação decorre da análise contínua de dados de interação, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes (Chen et al., 2019), fortalecendo a eficiência comunicativa.

A comunicação mediada por tecnologias inteligentes deixa de ser estática e passa a se constituir como um processo dinâmico e interativo. Essa dinamicidade permite que o sistema se ajuste ao contexto de uso, ampliando a funcionalidade da comunicação em diferentes ambientes (Machalicek et al., 2008), promovendo maior fluidez interativa.

A adaptação personalizada dos dispositivos assistivos favorece a criação de experiências educacionais mais inclusivas, ao considerar as particularidades de cada usuário. Essa personalização envolve ajustes em tempo real que respeitam o ritmo e o estilo de interação do indivíduo (Lorah et al., 2015), ampliando a efetividade pedagógica.

A utilização de inteligência artificial na interpretação de gestos amplia o repertório comunicativo dos usuários, permitindo a expressão de intenções por meio de movimentos corporais. Essa ampliação é especialmente relevante em contextos nos quais a comunicação verbal é limitada ou inexistente (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a expressão funcional.

A resposta automática oferecida por sistemas inteligentes contribui para a continuidade da interação comunicativa, reduzindo atrasos e rupturas na comunicação. Esse mecanismo favorece maior fluidez nas trocas interativas, especialmente em ambientes educacionais dinâmicos (Chen et al., 2019), ampliando a responsividade do sistema.

A utilização de algoritmos adaptativos permite que os dispositivos assistivos aprendam com a experiência do usuário, ajustando suas funcionalidades ao longo do tempo. Essa aprendizagem contínua transforma o dispositivo em um sistema evolutivo, capaz de se adaptar às mudanças no comportamento do usuário (Almeida et al., 2022), fortalecendo sua eficácia.

A interpretação de sinais multimodais, como voz, gesto e expressão facial, amplia a compreensão do contexto comunicativo pelo sistema inteligente. Essa multimodalidade permite respostas mais precisas e contextualizadas, especialmente em ambientes educacionais inclusivos (Ploog et al., 2013), ampliando a compreensão do sistema.

A adaptação do ambiente educacional por tecnologias assistivas inteligentes contribui para a redução de barreiras físicas e comunicativas. Essa adaptação envolve a reorganização de interfaces e recursos pedagógicos de acordo com as necessidades do usuário (Campigotto et al., 2020), promovendo maior acessibilidade.

A inteligência artificial aplicada às tecnologias assistivas permite a criação de sistemas que interpretam intenções comunicativas com base em padrões de uso. Essa interpretação possibilita respostas mais adequadas às necessidades do usuário, fortalecendo a interação homem-máquina (Chen et al., 2019), ampliando a precisão comunicativa.

A comunicação entre usuário e sistema torna-se mais natural quando dispositivos assistivos conseguem interpretar sinais não verbais de forma eficiente. Essa naturalização da interação reduz barreiras tecnológicas e favorece maior engajamento do usuário (Machalicek et al., 2008), ampliando a usabilidade.

A personalização das respostas dos sistemas inteligentes contribui para a construção de experiências comunicativas mais satisfatórias e eficientes. Essa personalização considera o histórico de interação do usuário, ajustando continuamente o comportamento do sistema (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a adaptabilidade.

A utilização de tecnologias assistivas inteligentes no contexto educacional promove maior autonomia aos estudantes ao permitir que eles se comuniquem de forma independente. Essa autonomia é ampliada quando o sistema oferece suporte contínuo e adaptativo às necessidades individuais (Lorah et al., 2015), fortalecendo a independência comunicativa.

A análise comportamental realizada por sistemas inteligentes permite identificar padrões de dificuldade na comunicação, possibilitando intervenções mais direcionadas. Essa identificação contribui para a criação de estratégias pedagógicas mais eficazes e personalizadas (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando a eficiência educacional.

A tabela 1 destaca que a adaptação automática de interfaces digitais favorece a inclusão ao tornar os sistemas mais acessíveis a diferentes perfis de usuários. Essa adaptação

envolve ajustes visuais, auditivos e funcionais que facilitam a interação (Chen et al., 2019), ampliando a acessibilidade.

Tabela 1: Sistemas de Comunicação Alternativa (CA) e Comunicação Aumentativa e Alternativa (CAA).

Sistema Recurso	Tipo CA/CAA	Objetivo principal	Como utilizar	Onde utilizar	Informações importantes
PECS (Picture Exchange Communication System)	CAA	Desenvolver comunicação funcional por troca de figuras	O usuário entrega figuras para expressar desejos, necessidades ou escolhas	Escola, clínica, casa	Muito usado em TEA; favorece iniciação comunicativa e autonomia
Pranchas de comunicação	CA	Permitir expressão por símbolos visuais	Apontar, indicar ou combinar imagens/símbolos	Sala de aula, terapia, ambiente familiar	Pode ser física ou digital; baixo custo e alta acessibilidade
Aplicativos de CAA (ex: Proloquo2Go, LetMeTalk)	CAA	Converter símbolos em fala digital	Seleção de ícones que geram voz sintetizada	Tablets, smartphones, escola inclusiva	Permitem personalização e atualização constante do vocabulário
Comunicação por gestos naturais	CA	Facilitar comunicação espontânea não verbal	Uso de gestos convencionados ou espontâneos	Todos os ambientes sociais	Depende de treinamento de familiares e professores
Sistemas com voz sintetizada	CAA	Representar fala para usuários não verbais	Seleção de palavras/frases que são vocalizadas pelo dispositivo	Escola, clínica, ambientes públicos	Aumenta participação social e interação com pares
Libras (Língua Brasileira de Sinais)	CA	Promover comunicação linguística visual	Uso de sinais manuais estruturados	Escola bilíngue, comunidades surdas, inclusão escolar	Requer aprendizado formal; reconhecida como língua oficial
Eye-tracking (rastreamento ocular)	CAA	Permitir comunicação por movimentos dos olhos	Controle de interface por olhar em telas digitais	Clínicas especializadas, escolas inclusivas	Indicado para limitações motoras severas
Softwares com inteligência artificial adaptativa	CAA	Personalizar comunicação conforme perfil do usuário	Sistema aprende padrões e sugere respostas	Educação inclusiva e terapias digitais	Evolui com uso contínuo e dados comportamentais
Quadros de rotina visual	CA	Organizar comunicação e previsibilidade	Sequência de imagens representando atividades	Escola e casa	Reduz ansiedade e melhora compreensão temporal
Cartões de escolha (choice boards)	CA	Facilitar tomada de decisão	Apontar ou selecionar opções visuais	Sala de aula, terapia ABA, casa	Estimula autonomia e participação

Dispositivos de saída de voz (VOCA)	CAA	Transformar símbolos em fala	Pressionar botões que emitem áudio pré-gravado	Escola, clínica, ambientes sociais	Importante para desenvolvimento da linguagem funcional
Comunicação por aplicativos com IA preditiva	CAA	Acelerar comunicação por sugestões automáticas	Sistema sugere palavras com base no contexto	Uso escolar e domiciliar	Reduz esforço motor e cognitivo
Sistemas multimodais (voz + imagem + gesto)	CAA	Integrar múltiplas formas de expressão	Combinação de recursos digitais e físicos	Ambientes inclusivos diversos	Mais eficaz para TEA com diferentes níveis de suporte
Comunicação por objetos reais	CA	Representar ações e necessidades concretas	Uso de objetos simbólicos para comunicação	Educação infantil e educação especial	Base concreta para transição para símbolos abstratos
Tecnologias vestíveis (wearables assistivos)	CAA	Facilitar comunicação em mobilidade	Dispositivos no corpo que auxiliam comunicação	Espaços públicos e escolares	Emergente e em expansão

Fonte: Autores, (2026).

A utilização de feedback em tempo real por tecnologias assistivas inteligentes permite ajustes imediatos na comunicação. Esse mecanismo melhora a precisão das interações e reduz falhas comunicativas em ambientes educacionais (Almeida et al., 2022), fortalecendo a eficiência do sistema.

A integração entre tecnologias assistivas e inteligência artificial possibilita a construção de ambientes educacionais mais responsivos e inclusivos. Essa integração favorece a criação de sistemas capazes de interpretar e responder às necessidades dos usuários de forma contínua (Campigotto et al., 2020), ampliando a funcionalidade educacional.

A interpretação de padrões de uso pelos sistemas inteligentes permite prever necessidades futuras do usuário, antecipando demandas comunicativas. Essa capacidade preditiva representa um avanço significativo na área das tecnologias assistivas (Chen et al., 2019), fortalecendo a proatividade do sistema.

A evolução das tecnologias assistivas inteligentes indica uma tendência de crescente integração entre computação avançada e práticas educacionais inclusivas. Essa integração redefine o papel da tecnologia como mediadora ativa da comunicação e da aprendizagem (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando as possibilidades de inclusão e participação.

2.7. PROMOÇÃO DA AUTONOMIA COMUNICATIVA

A promoção da autonomia comunicativa em contextos educacionais inclusivos tem sido profundamente impactada pelo avanço das tecnologias baseadas em inteligência artificial, especialmente quando integradas a sistemas de comunicação alternativa. Estudos indicam que

tais sistemas ampliam a capacidade de expressão de indivíduos com Transtorno do Espectro Autista ao reduzir barreiras linguísticas e sociais que historicamente limitaram sua participação (Fletcher-Watson et al., 2016), redefinindo o conceito de independência comunicativa.

A construção de ambientes digitais responsivos favorece a emergência de interações mais autônomas, nas quais o usuário passa a exercer maior controle sobre suas próprias formas de expressão. Essa transformação decorre da capacidade dos sistemas inteligentes de interpretar padrões de uso e adaptar-se progressivamente às necessidades individuais (Chen et al., 2019), ampliando a eficiência comunicativa.

A utilização de recursos de comunicação alternativa mediados por inteligência artificial possibilita que o indivíduo formule mensagens sem depender exclusivamente da mediação humana. Essa característica fortalece a independência funcional, especialmente em contextos educacionais nos quais a participação ativa é essencial para o desenvolvimento social e cognitivo (Almeida et al., 2022), promovendo maior protagonismo.

A autonomia comunicativa também se relaciona com a capacidade do sistema de oferecer suporte sem restringir a iniciativa do usuário. Essa relação equilibrada entre suporte tecnológico e liberdade expressiva permite que o indivíduo desenvolva habilidades comunicativas de forma progressiva e contextualizada (Lorah et al., 2015), ampliando a autoconfiança.

A mediação tecnológica baseada em inteligência artificial contribui para a criação de sistemas que aprendem com o comportamento do usuário e ajustam suas respostas de maneira contínua. Esse processo de aprendizagem computacional fortalece a personalização da comunicação e amplia as possibilidades de interação independente (Kagohara et al., 2013), favorecendo a autonomia.

A expressão de emoções por meio de sistemas alternativos de comunicação representa um avanço significativo na inclusão de indivíduos com dificuldades de linguagem. Essa possibilidade permite que sentimentos e intenções sejam transmitidos de forma estruturada, mesmo na ausência da fala oral (Machalicek et al., 2008), fortalecendo vínculos sociais.

A autonomia comunicativa também depende da acessibilidade das interfaces digitais utilizadas nos sistemas de comunicação alternativa. Interfaces intuitivas e adaptativas reduzem o esforço cognitivo necessário para a interação, permitindo maior fluidez na construção de mensagens (Campigotto et al., 2020), ampliando a independência funcional.

A inteligência artificial aplicada à comunicação alternativa possibilita a antecipação de palavras e estruturas linguísticas com base em padrões anteriores de uso. Essa funcionalidade reduz o tempo de resposta e facilita a construção de mensagens mais complexas pelo usuário (Chen et al., 2019), fortalecendo a eficiência comunicativa.

A participação social de indivíduos com TEA é ampliada quando sistemas de comunicação alternativa permitem interações mais naturais e dinâmicas. Essa ampliação ocorre à medida que o sistema se adapta ao contexto e às necessidades específicas do usuário (Fletcher-Watson et al., 2016), promovendo maior integração social.

A construção da autonomia comunicativa envolve também o desenvolvimento de competências digitais que permitem ao usuário operar sistemas tecnológicos de forma independente. Esse processo é favorecido pela repetição interativa e pelo feedback contínuo oferecido pelas plataformas inteligentes (Ploog et al., 2013), fortalecendo a aprendizagem.

A utilização de símbolos visuais organizados em sistemas digitais facilita a compreensão e a construção de mensagens por usuários com dificuldades de linguagem verbal. Essa organização simbólica contribui para a estruturação do pensamento comunicativo e para a expressão autônoma (Kagohara et al., 2013), ampliando a funcionalidade cognitiva.

A inteligência artificial contribui para a autonomia ao reduzir a necessidade de intervenção externa durante o processo comunicativo. Essa redução ocorre por meio de sistemas que interpretam intenções e oferecem sugestões automáticas contextualizadas (Lorah et al., 2015), fortalecendo a independência do usuário.

A comunicação alternativa mediada por tecnologia permite que o indivíduo participe de interações sociais em diferentes contextos, sem depender de intermediários humanos. Essa possibilidade amplia significativamente as oportunidades de inclusão e participação ativa (Machalicek et al., 2008), reforçando a autonomia social.

A adaptação contínua dos sistemas inteligentes permite que o processo comunicativo evolua junto com o desenvolvimento do usuário. Essa evolução dinâmica contribui para a construção de trajetórias comunicativas mais consistentes e individualizadas (Chen et al., 2019), ampliando a eficácia do suporte tecnológico.

A autonomia comunicativa também está relacionada à capacidade de escolha dentro dos sistemas digitais, permitindo que o usuário selecione conteúdos, palavras e formatos de expressão. Essa liberdade de escolha fortalece o senso de controle sobre a própria comunicação (Almeida et al., 2022), promovendo maior engajamento.

A utilização de tecnologias assistivas inteligentes contribui para a redução da dependência de mediadores humanos em situações comunicativas cotidianas. Essa redução favorece a construção de relações mais equilibradas entre o indivíduo e seu ambiente social (Campigotto et al., 2020), ampliando a autonomia prática.

A inteligência artificial permite que os sistemas de comunicação alternativa reconheçam padrões emocionais e ajustem suas respostas de maneira sensível ao estado do

usuário. Essa capacidade de leitura emocional favorece interações mais empáticas e eficazes (Fletcher-Watson et al., 2016), fortalecendo a experiência comunicativa.

A autonomia comunicativa também envolve a capacidade de iniciar interações sem estímulos externos, aspecto potencializado por sistemas que oferecem sugestões proativas de linguagem. Essa proatividade tecnológica incentiva a iniciativa comunicativa do usuário (Chen et al., 2019), ampliando sua participação.

A utilização de dispositivos móveis ampliou significativamente o acesso às tecnologias de comunicação alternativa, permitindo que a autonomia seja exercida em diferentes contextos sociais. Essa mobilidade contribui para a continuidade das interações fora do ambiente escolar (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a inclusão.

A construção da confiança comunicativa está diretamente relacionada ao sucesso das interações mediadas por tecnologia, que reforçam a capacidade do indivíduo de se expressar com clareza. Essa confiança é gradualmente desenvolvida por meio de experiências positivas de comunicação (Lorah et al., 2015), ampliando a autoestima.

A inteligência artificial também permite o ajuste da complexidade linguística das mensagens, adaptando o conteúdo ao nível de compreensão do usuário. Essa adaptação favorece o desenvolvimento progressivo da linguagem funcional (Ploog et al., 2013), fortalecendo a autonomia cognitiva.

A comunicação alternativa integrada a sistemas inteligentes possibilita a criação de rotinas comunicativas mais previsíveis e estruturadas. Essa previsibilidade contribui para a segurança emocional do usuário durante as interações sociais (Machalicek et al., 2008), ampliando o conforto comunicativo.

A autonomia comunicativa se fortalece quando o sistema oferece suporte sem restringir a criatividade do usuário na construção de mensagens. Essa liberdade criativa permite formas mais expressivas de comunicação e interação social (Chen et al., 2019), promovendo maior autenticidade.

A consolidação da autonomia comunicativa mediada por inteligência artificial representa uma transformação significativa nos processos de inclusão educacional e social, ao reconfigurar a própria noção de participação dos sujeitos com Transtorno do Espectro Autista em ambientes formais e informais de aprendizagem (Fletcher-Watson et al., 2016). Essa mudança não se limita à introdução de ferramentas tecnológicas, mas envolve uma reestruturação das dinâmicas comunicativas que passam a ser orientadas por sistemas capazes de interpretar, adaptar e responder às necessidades individuais em tempo real. Nesse cenário, a comunicação deixa de depender exclusivamente de mediações humanas diretas e passa a incorporar dispositivos inteligentes que ampliam as possibilidades de expressão, reduzindo

barreiras históricas relacionadas à linguagem verbal. O impacto dessa reconfiguração se reflete também na forma como educadores organizam suas práticas, uma vez que o planejamento pedagógico passa a considerar não apenas conteúdos curriculares, mas também arquiteturas digitais de interação que favorecem a autonomia do estudante.

Essa transformação evidencia o potencial das tecnologias digitais em ampliar a capacidade de expressão de indivíduos com TEA, fortalecendo sua participação ativa na sociedade contemporânea, especialmente quando se observa a integração entre sistemas de comunicação alternativa e inteligência artificial em contextos educacionais e terapêuticos. Tal integração possibilita que o sujeito construa percursos comunicativos mais independentes, nos quais escolhas linguísticas, respostas emocionais e interações sociais podem ser mediadas por interfaces adaptativas que aprendem continuamente com o uso. Esse processo contribui para o fortalecimento da autoconfiança e da iniciativa comunicativa, elementos fundamentais para a inserção social plena. Ao mesmo tempo, a participação ativa deixa de ser compreendida apenas como presença em espaços sociais e passa a envolver a capacidade de interagir de forma significativa, contribuindo para trocas simbólicas mais complexas e contextualizadas. Nesse contexto, a inteligência artificial atua como elemento catalisador de inclusão, ao possibilitar que diferentes formas de expressão sejam reconhecidas e valorizadas dentro de ambientes educacionais cada vez mais diversificados.

2.8. ESTUDOS DE CASO E EVIDÊNCIAS PRÁTICAS

A análise de estudos de caso em contextos educacionais inclusivos evidencia a relevância das tecnologias baseadas em inteligência artificial na transformação das práticas voltadas a estudantes com Transtorno do Espectro Autista. Em investigações aplicadas, observa-se que tais tecnologias ampliam significativamente as possibilidades de comunicação e interação social, especialmente quando integradas a sistemas pedagógicos estruturados, como destacado no contexto da Escola 1 ESNBT ao afirmar que o uso dessas ferramentas pode gerar avanços expressivos no desenvolvimento comunicativo e social dos estudantes.

A experiência da Escola 1 ESNBT revela que a inserção de sistemas inteligentes no cotidiano escolar não se restringe à mediação tecnológica, mas alcança dimensões relacionais e cognitivas profundas. Esse cenário demonstra que a utilização de inteligência artificial pode reconfigurar práticas pedagógicas ao favorecer a leitura de padrões comportamentais e a adaptação das estratégias de ensino às necessidades individuais dos estudantes com TEA.

No âmbito da Escola 2 ESMTD, os dados observados indicam mudanças significativas na dinâmica de aprendizagem, com destaque para melhorias na interação entre estudantes e educadores. O registro institucional aponta que os resultados mostram melhorias na interação,

maior engajamento em atividades escolares e progresso na comunicação funcional, evidenciando o impacto direto das tecnologias assistivas no cotidiano pedagógico.

A articulação entre evidências práticas e tecnologias educacionais inteligentes permite compreender que a inclusão não se limita à presença física do estudante no ambiente escolar. Em ambas as instituições analisadas, percebe-se que o uso de sistemas digitais adaptativos contribui para a ampliação da participação ativa, promovendo experiências educacionais mais significativas e centradas no sujeito.

2.8.1. A análise da Escola 1 ESNBT

A implementação de tecnologias baseadas em inteligência artificial favorece a ampliação das competências comunicativas, especialmente em estudantes com maiores dificuldades de interação verbal. Esse processo ocorre por meio de sistemas que interpretam padrões de comportamento e ajustam respostas pedagógicas em tempo real, fortalecendo o desenvolvimento social e comunicativo.

2.8.2. Na Escola 2 ESMTD

Evidência empírica reforça que o uso de tecnologias digitais adaptativas promove maior envolvimento dos estudantes nas atividades propostas. O aumento do engajamento observado está associado à capacidade dos sistemas de oferecer estímulos personalizados, respeitando o ritmo de aprendizagem e favorecendo a continuidade da participação escolar.

2.8.3. A aplicação prática dessas tecnologias

A aplicação prática dessas tecnologias em contextos educacionais revela que a mediação digital pode atuar como elemento estruturante da inclusão, especialmente quando associada a estratégias pedagógicas flexíveis. Esse movimento redefine o papel do professor, que passa a atuar em colaboração com sistemas inteligentes capazes de monitorar e ajustar processos de aprendizagem.

2.8.4. A integração entre inteligência artificial e comunicação alternativa

A integração entre inteligência artificial e comunicação alternativa em ambientes terapêuticos representa um avanço relevante na reconfiguração das estratégias de intervenção voltadas a indivíduos com Transtorno do Espectro Autista, ao possibilitar a construção de práticas mais sensíveis às singularidades de cada sujeito. Esse processo não se restringe à aplicação de recursos tecnológicos isolados, mas envolve a articulação de sistemas inteligentes capazes de interpretar padrões complexos de comportamento, linguagem e interação social,

permitindo que o acompanhamento terapêutico se torne progressivamente mais dinâmico e responsivo às necessidades emergentes do usuário. A presença dessas tecnologias modifica a lógica tradicional das intervenções, que passam a incorporar dados em tempo real como base para decisões clínicas e pedagógicas, ampliando o grau de precisão das estratégias adotadas. Nesse contexto, a comunicação alternativa deixa de ser apenas um recurso suplementar e passa a constituir um eixo estruturante do processo terapêutico, integrando-se às funcionalidades da inteligência artificial para promover experiências comunicativas mais significativas e funcionais.

A leitura contínua de dados comportamentais possibilita intervenções mais precisas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades comunicativas e sociais em indivíduos com TEA, ao permitir que o sistema identifique padrões de resposta, níveis de engajamento e variações emocionais ao longo do tempo. Essa análise constante favorece ajustes finos nas estratégias terapêuticas, que podem ser modificadas conforme a evolução do usuário, evitando intervenções generalizadas e pouco eficazes. A inteligência artificial, nesse cenário, atua como um elemento mediador que transforma dados brutos em informações interpretáveis, auxiliando profissionais na tomada de decisão e no planejamento de atividades mais adequadas ao perfil do indivíduo. Esse tipo de abordagem contribui para a ampliação da autonomia comunicativa, uma vez que o sujeito passa a interagir com sistemas que reconhecem suas particularidades e respondem de maneira adaptativa. O resultado desse processo é a criação de ambientes terapêuticos mais responsivos, nos quais a tecnologia não apenas apoia a intervenção, mas também participa ativamente da construção de percursos de desenvolvimento comunicativo e social mais consistentes e individualizados.

.

2.8.5. Escola 1 ESNBT e da Escola 2 ESMTD

A análise conjunta das experiências da Escola 1 ESNBT e da Escola 2 ESMTD evidencia que a aplicação prática dessas tecnologias ultrapassa o campo da inovação técnica e alcança uma reconfiguração estrutural do próprio modelo de organização do processo educativo, ao introduzir novas formas de mediação entre ensino, aprendizagem e comunicação. Nessas instituições, a presença de sistemas baseados em inteligência artificial associados a recursos de comunicação alternativa demonstra que a inclusão passa a ser compreendida como um fenômeno dinâmico, sustentado pela adaptação contínua das práticas pedagógicas às singularidades dos estudantes com Transtorno do Espectro Autista. Esse movimento altera a lógica tradicional da sala de aula, na qual a homogeneização dos métodos cede espaço para abordagens personalizadas, orientadas por dados e pela leitura constante das interações educacionais.

A escola, nesse contexto, deixa de ser apenas um espaço de transmissão de conteúdos e passa a funcionar como um ambiente interativo, no qual tecnologia e prática docente se articulam para sustentar diferentes formas de expressão e participação.

As evidências observadas nessas duas instituições demonstram que a combinação entre inteligência artificial e estratégias pedagógicas inclusivas fortalece a autonomia comunicativa, amplia a participação escolar e contribui para a construção de ambientes mais equitativos e responsivos às necessidades dos estudantes, ao mesmo tempo em que redefine o papel dos agentes educacionais envolvidos no processo.

O professor passa a atuar em colaboração com sistemas inteligentes que monitoram padrões de aprendizagem, sugerem intervenções e auxiliam na adaptação das atividades, enquanto o estudante ganha maior protagonismo ao interagir com recursos que respeitam seu ritmo, suas formas de expressão e suas particularidades cognitivas e sociais. Esse rearranjo produz efeitos significativos na dinâmica escolar, uma vez que a comunicação deixa de ser limitada por barreiras tradicionais e passa a ser mediada por múltiplos canais tecnológicos que favorecem a inclusão efetiva.

A experiência dessas escolas evidencia, portanto, que a incorporação dessas tecnologias não se restringe à melhoria de ferramentas existentes, mas representa uma transformação profunda na cultura educacional, orientada pela personalização, pela acessibilidade e pela ampliação concreta das possibilidades de participação de todos os estudantes no processo de aprendizagem.

2.9. DESAFIOS ÉTICOS E LIMITAÇÕES TECNOLÓGICAS

Os desafios éticos associados ao uso da inteligência artificial na educação inclusiva emergem como uma dimensão central na discussão contemporânea sobre tecnologias educacionais, sobretudo quando envolvem populações em situação de vulnerabilidade comunicativa. A literatura aponta que a coleta e o processamento de dados sensíveis exigem protocolos rigorosos de proteção e governança, uma vez que sistemas inteligentes dependem de informações comportamentais contínuas para operar de forma eficiente (Almeida et al., 2022), o que amplia a complexidade ética do processo.

A privacidade dos dados dos usuários constitui um dos pontos mais críticos nesse cenário, pois sistemas de aprendizagem automatizada frequentemente armazenam informações detalhadas sobre comportamento, interação e desempenho. Essa condição levanta preocupações sobre o uso indevido ou a exposição não autorizada de dados pessoais, especialmente em contextos escolares que envolvem menores de idade e estudantes com necessidades específicas (Chen et al., 2019), exigindo regulamentações mais robustas.

A necessidade de transparência algorítmica também se destaca como desafio relevante, uma vez que muitos sistemas de inteligência artificial operam como “caixas-pretas”, dificultando a compreensão dos critérios utilizados para tomadas de decisão. Essa opacidade pode comprometer a confiança de educadores e familiares, especialmente quando decisões pedagógicas são influenciadas por sistemas automatizados (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando tensões éticas.

A substituição do papel humano por sistemas automatizados constitui outro ponto de debate, pois a mediação pedagógica exige sensibilidade, empatia e julgamento contextual que não podem ser plenamente reproduzidos por máquinas. A dependência excessiva de tecnologias inteligentes pode reduzir a interação humana essencial ao desenvolvimento socioemocional dos estudantes (Campigotto et al., 2020), afetando a qualidade das relações educativas.

A acessibilidade tecnológica também se apresenta como limitação estrutural, visto que nem todas as instituições dispõem de infraestrutura adequada para implementar sistemas avançados de inteligência artificial. Essa desigualdade de acesso reforça disparidades educacionais já existentes, especialmente em regiões com menor investimento em tecnologia educacional (Kagohara et al., 2013), ampliando a exclusão digital.

O custo elevado de implementação dessas tecnologias representa uma barreira significativa para a expansão de práticas inclusivas baseadas em inteligência artificial. Equipamentos especializados, softwares adaptativos e manutenção contínua exigem investimentos que nem sempre são compatíveis com a realidade de instituições públicas ou comunidades com poucos recursos (Lorah et al., 2015), limitando sua democratização.

A dependência tecnológica excessiva pode gerar outro tipo de vulnerabilidade, na qual o processo educativo passa a ser condicionado ao funcionamento de sistemas digitais. Falhas técnicas, instabilidades de rede ou erros algorítmicos podem interromper atividades pedagógicas essenciais, comprometendo a continuidade do aprendizado (Machalicek et al., 2008), evidenciando fragilidades operacionais.

A formação docente insuficiente para lidar com tecnologias avançadas também constitui um obstáculo relevante, pois a eficácia dos sistemas depende da capacidade dos educadores em integrá-los às práticas pedagógicas. A ausência de capacitação adequada pode limitar o potencial das ferramentas e gerar resistência ao seu uso em sala de aula (Ploog et al., 2013), reduzindo sua efetividade.

A personalização algorítmica, embora vantajosa, pode gerar riscos de categorização excessiva dos estudantes, reduzindo suas identidades a padrões de comportamento previamente definidos. Essa redução pode comprometer a compreensão da complexidade humana envolvida no processo de aprendizagem (Chen et al., 2019), exigindo cuidado na interpretação dos dados.

A vigilância constante promovida por sistemas inteligentes também levanta questões éticas relacionadas ao monitoramento contínuo de estudantes. Esse acompanhamento permanente pode gerar desconforto e impactos psicológicos, especialmente quando não há clareza sobre como os dados são utilizados (Almeida et al., 2022), ampliando preocupações sobre autonomia individual.

A ausência de regulamentações específicas para o uso de inteligência artificial na educação inclusiva cria lacunas normativas que dificultam a padronização de práticas seguras. Essa falta de diretrizes claras pode levar a usos inconsistentes e potencialmente prejudiciais das tecnologias (Fletcher-Watson et al., 2016), comprometendo sua confiabilidade.

A desigualdade no acesso às tecnologias assistivas inteligentes reforça divisões sociais já existentes, criando um cenário em que apenas parte dos estudantes pode usufruir plenamente desses recursos. Essa disparidade compromete o princípio de equidade educacional, central nas políticas de inclusão (Campigotto et al., 2020), ampliando desigualdades estruturais.

A interoperabilidade entre diferentes sistemas tecnológicos também representa um desafio técnico relevante, uma vez que plataformas distintas nem sempre são compatíveis entre si. Essa limitação dificulta a integração de dados e reduz a eficiência das soluções educacionais baseadas em inteligência artificial (Kagohara et al., 2013), impactando a continuidade dos processos.

A dependência de grandes volumes de dados para funcionamento eficiente dos sistemas levanta preocupações sobre segurança cibernética e armazenamento adequado. Vazamentos ou acessos não autorizados podem comprometer informações sensíveis de estudantes, exigindo protocolos rigorosos de proteção digital (Chen et al., 2019), aumentando a complexidade do gerenciamento.

A ética do uso da inteligência artificial na educação inclusiva também envolve a necessidade de garantir que os sistemas não reproduzam vieses algorítmicos. Esses vieses podem influenciar decisões pedagógicas de forma desigual, afetando negativamente determinados perfis de estudantes (Lorah et al., 2015), comprometendo a justiça educacional.

A resistência institucional à adoção de tecnologias avançadas pode retardar sua implementação em ambientes escolares, especialmente quando há falta de compreensão sobre seus benefícios. Essa resistência está frequentemente associada a preocupações sobre substituição do trabalho docente e perda de controle pedagógico (Machalicek et al., 2008), dificultando a inovação.

A manutenção contínua dos sistemas inteligentes representa outro desafio importante, pois requer suporte técnico especializado e atualizações frequentes. A ausência de manutenção

adequada pode comprometer a funcionalidade das tecnologias e reduzir sua eficácia pedagógica (Ploog et al., 2013), limitando sua sustentabilidade.

A dependência de conectividade à internet para funcionamento de muitos sistemas cria barreiras adicionais em contextos com infraestrutura precária. Essa limitação técnica afeta diretamente a continuidade do uso das tecnologias assistivas em ambientes escolares (Chen et al., 2019), restringindo seu alcance.

A falta de padronização internacional no desenvolvimento de tecnologias assistivas inteligentes dificulta a criação de sistemas amplamente interoperáveis. Essa fragmentação tecnológica pode limitar a escalabilidade das soluções e sua adaptação a diferentes contextos educacionais (Almeida et al., 2022), reduzindo sua aplicabilidade global.

A necessidade de equilíbrio entre inovação tecnológica e preservação do papel humano na educação permanece como um dos principais desafios contemporâneos. Esse equilíbrio exige uma abordagem crítica que reconheça o valor da mediação humana no desenvolvimento socioemocional dos estudantes (Fletcher-Watson et al., 2016), evitando reducionismos tecnológicos.

A sustentabilidade financeira dos projetos de inteligência artificial aplicada à educação inclusiva também se apresenta como questão central, especialmente em sistemas públicos de ensino. A continuidade desses projetos depende de investimentos constantes e políticas públicas estruturadas (Campigotto et al., 2020), garantindo sua viabilidade a longo prazo.

A integração entre ética, tecnologia e educação exige uma reflexão contínua sobre os limites e possibilidades das ferramentas digitais. Essa reflexão é essencial para garantir que a inovação não comprometa princípios fundamentais de inclusão e respeito à diversidade humana (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a responsabilidade social.

A consolidação de práticas educacionais baseadas em inteligência artificial demanda, portanto, uma abordagem crítica e equilibrada que considere tanto os avanços quanto as limitações envolvidas. Essa perspectiva permite compreender que a tecnologia, embora potente, deve ser integrada de forma consciente e responsável aos contextos educacionais (Chen et al., 2019), preservando sua função inclusiva.

2.10. FORMAÇÃO DOCENTE E PERSPECTIVAS FUTURAS

A formação docente emerge como elemento estruturante para a efetividade da utilização da inteligência artificial e da comunicação alternativa no contexto do Transtorno do Espectro Autista, uma vez que a mediação pedagógica qualificada determina a forma como tais recursos são incorporados às práticas educacionais. Estudos indicam que a ausência de preparo específico compromete a exploração plena das potencialidades tecnológicas, reduzindo seu

impacto na aprendizagem e na inclusão escolar (Fletcher-Watson et al., 2016), o que evidencia a centralidade da capacitação profissional.

O domínio técnico aliado à compreensão pedagógica constitui um eixo fundamental na atuação docente contemporânea, especialmente em ambientes inclusivos que demandam adaptações constantes. A capacidade de interpretar dados gerados por sistemas inteligentes e traduzi-los em estratégias educativas eficazes representa uma competência essencial para o professor do século XXI (Chen et al., 2019), ampliando sua atuação para além da transmissão de conteúdos.

A integração entre formação docente e tecnologias assistivas exige uma abordagem que articule teoria educacional, práticas pedagógicas e inovação digital. Essa articulação permite que o professor utilize ferramentas de inteligência artificial de maneira crítica, evitando usos mecânicos e potencializando intervenções individualizadas voltadas às necessidades dos estudantes com TEA (Almeida et al., 2022), fortalecendo a inclusão.

A comunicação alternativa, quando mediada por professores capacitados, torna-se mais do que um recurso técnico, transformando-se em instrumento pedagógico de ampliação da participação discente. Essa mediação qualificada possibilita que o docente interprete as respostas dos sistemas e ajuste as estratégias comunicativas de acordo com o desenvolvimento do estudante (Campigotto et al., 2020), promovendo maior engajamento.

A formação continuada aparece como requisito indispensável diante da rápida evolução das tecnologias educacionais baseadas em inteligência artificial. O ritmo acelerado das inovações exige atualização constante dos profissionais, sob pena de defasagem entre práticas pedagógicas e recursos disponíveis (Kagohara et al., 2013), impactando diretamente a qualidade do ensino inclusivo.

A preparação docente também envolve dimensões éticas relacionadas ao uso de dados e à interpretação de informações sensíveis geradas por sistemas inteligentes. O professor passa a desempenhar papel fundamental na garantia da privacidade e no uso responsável das tecnologias no ambiente escolar (Lorah et al., 2015), ampliando sua responsabilidade profissional.

No cenário futuro da educação inclusiva, projeta-se uma maior integração entre inteligência artificial e práticas pedagógicas personalizadas, nas quais o docente atuará em colaboração com sistemas adaptativos. Essa colaboração não substitui o papel humano, mas o reconfigura em direção a uma mediação mais estratégica e reflexiva (Machalicek et al., 2008), fortalecendo o processo educativo.

A formação inicial de professores precisa incorporar conteúdos relacionados à tecnologia assistiva e à inteligência artificial, considerando sua crescente presença nos

contextos escolares. A ausência dessa preparação pode gerar dificuldades na implementação de práticas inclusivas eficazes, limitando o potencial das ferramentas digitais (Ploog et al., 2013), o que evidencia uma lacuna formativa.

A construção de competências digitais críticas permite que o professor avalie a pertinência das tecnologias utilizadas, evitando sua adoção indiscriminada. Essa postura crítica contribui para a seleção de recursos mais adequados às necessidades dos estudantes com TEA, promovendo intervenções pedagógicas mais consistentes (Chen et al., 2019), fortalecendo a intencionalidade educativa.

A formação docente voltada à inclusão digital também envolve a compreensão dos processos de aprendizagem mediados por inteligência artificial. Essa compreensão permite ao professor interpretar padrões comportamentais gerados pelos sistemas e utilizá-los como suporte para decisões pedagógicas mais precisas (Almeida et al., 2022), ampliando a eficácia das intervenções.

O futuro da educação inclusiva aponta para ambientes altamente personalizados, nos quais sistemas inteligentes adaptarão conteúdos em tempo real conforme o desempenho do estudante. Nesse contexto, o professor assume papel de curador pedagógico, responsável por orientar e validar as interações tecnológicas (Fletcher-Watson et al., 2016), mantendo o equilíbrio entre automação e mediação humana.

A formação docente deve também contemplar aspectos relacionados à acessibilidade digital, garantindo que os educadores compreendam as múltiplas formas de comunicação utilizadas por estudantes com TEA. Essa compreensão amplia a capacidade de adaptação das práticas pedagógicas e favorece a inclusão efetiva (Campigotto et al., 2020), promovendo maior equidade.

A incorporação de inteligência artificial na educação exige que o professor desenvolva habilidades analíticas para interpretar grandes volumes de dados educacionais. Essa competência permite identificar padrões de aprendizagem e ajustar estratégias de ensino de maneira mais precisa e contextualizada (Kagohara et al., 2013), ampliando a qualidade pedagógica.

A perspectiva futura da formação docente aponta para modelos híbridos de capacitação, nos quais teoria, prática e tecnologia estarão integradas em ambientes digitais de aprendizagem. Esses modelos favorecem a experimentação pedagógica e o desenvolvimento contínuo de competências profissionais (Lorah et al., 2015), fortalecendo a inovação educacional.

A relação entre professor e tecnologia tende a se tornar mais colaborativa, com sistemas inteligentes atuando como auxiliares no planejamento e execução de atividades

pedagógicas. Essa colaboração redefine o papel docente, que passa a assumir funções mais analíticas e reflexivas (Machalicek et al., 2008), ampliando sua relevância no processo educativo.

A formação ética do professor torna-se igualmente essencial diante do uso crescente de inteligência artificial na educação inclusiva. Questões relacionadas à autonomia do estudante, à transparência dos sistemas e ao uso responsável de dados exigem reflexão crítica constante (Ploog et al., 2013), reforçando a dimensão ética da docência.

O desenvolvimento de competências socioemocionais também integra o processo formativo, uma vez que o professor atua diretamente na mediação de interações entre estudantes com diferentes perfis comunicativos. Essa atuação exige sensibilidade e capacidade de adaptação às necessidades individuais (Chen et al., 2019), fortalecendo o vínculo pedagógico.

A formação docente para o futuro deve considerar a interdisciplinaridade como princípio estruturante, integrando conhecimentos da educação, tecnologia, psicologia e ciência de dados. Essa integração amplia a compreensão dos processos de aprendizagem mediados por inteligência artificial (Almeida et al., 2022), enriquecendo a prática pedagógica.

A evolução das tecnologias educacionais aponta para sistemas cada vez mais autônomos, capazes de aprender com interações contínuas e adaptar-se a diferentes contextos educacionais. Nesse cenário, o professor desempenhará papel essencial na supervisão crítica desses sistemas (Fletcher-Watson et al., 2016), garantindo sua adequação pedagógica.

A formação docente deve também preparar o educador para lidar com a diversidade comunicativa presente nas salas de aula inclusivas. Essa preparação envolve o domínio de múltiplas formas de expressão e o uso de tecnologias que ampliem a participação dos estudantes com TEA (Campigotto et al., 2020), promovendo inclusão efetiva.

A incorporação de inteligência artificial nas práticas educativas exige uma mudança de paradigma na formação docente, que passa a valorizar a flexibilidade, a adaptabilidade e o pensamento crítico. Esse novo paradigma redefine competências profissionais e amplia horizontes pedagógicos (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a inovação.

A perspectiva futura da educação inclusiva sugere um cenário no qual tecnologia e pedagogia estarão profundamente interligadas, exigindo professores preparados para atuar em ambientes digitais complexos. Essa interligação reforça a necessidade de formação contínua e especializada (Lorah et al., 2015), garantindo qualidade educacional.

A consolidação desse cenário dependerá da capacidade das instituições formadoras de integrar tecnologias emergentes aos currículos de formação docente. Essa integração permitirá

preparar profissionais aptos a lidar com os desafios contemporâneos da educação inclusiva (Machalicek et al., 2008), promovendo transformação estrutural.

A formação docente, portanto, configura-se como eixo central para a consolidação de práticas educacionais inovadoras baseadas em inteligência artificial e comunicação alternativa. Sua efetividade determinará o alcance das tecnologias na promoção da inclusão e da autonomia comunicativa de estudantes com TEA (Ploog et al., 2013), delineando o futuro da educação inclusiva.

2.11. USO DE(iPods® e iPads®) EM PROGRAMAS DE ENSINO PARA INDIVÍDUOS COM DEFICIÊNCIAS DO DESENVOLVIMENTO

O uso de dispositivos móveis como iPods e iPads em programas de ensino destinados a indivíduos com deficiências do desenvolvimento tem se consolidado como uma estratégia relevante na promoção de aprendizagens mais acessíveis e interativas. Pesquisas indicam que essas tecnologias ampliam significativamente as possibilidades de comunicação, especialmente quando integradas a intervenções pedagógicas estruturadas e baseadas em evidências (Kagohara et al., 2013), permitindo maior engajamento dos estudantes.

A portabilidade desses dispositivos favorece sua incorporação em diferentes contextos educativos, desde salas de aula até ambientes terapêuticos. Essa característica contribui para a continuidade das intervenções, possibilitando que o aprendizado ocorra de maneira mais fluida e contextualizada ao cotidiano do usuário com deficiência do desenvolvimento (Lorah et al., 2015), ampliando a funcionalidade das práticas pedagógicas.

A interface intuitiva dos iPods e iPads representa um elemento facilitador para indivíduos com dificuldades cognitivas e comunicativas, uma vez que reduz barreiras de acesso à tecnologia. Essa simplicidade operacional permite que o foco da aprendizagem seja direcionado para o desenvolvimento de habilidades funcionais e sociais, em vez da complexidade técnica do dispositivo (Campigotto et al., 2020), favorecendo a autonomia.

A utilização desses dispositivos em programas educacionais também contribui para o fortalecimento da comunicação alternativa e aumentativa, permitindo que imagens, sons e símbolos sejam organizados em aplicativos específicos. Essa organização favorece a construção de mensagens mais estruturadas, ampliando a capacidade de expressão dos usuários com deficiência do desenvolvimento (Machalicek et al., 2008), promovendo maior independência comunicativa.

A integração entre tecnologia móvel e estratégias pedagógicas individualizadas possibilita a criação de ambientes de aprendizagem altamente personalizados. Essa personalização é sustentada pela capacidade dos aplicativos de registrar respostas e ajustar

atividades conforme o desempenho do estudante (Ploog et al., 2013), contribuindo para intervenções mais precisas.

O uso de iPads e iPods também se destaca pela capacidade de promover motivação intrínseca nos processos de aprendizagem, especialmente em indivíduos que apresentam dificuldades de engajamento em métodos tradicionais. O caráter interativo dos aplicativos educacionais favorece a participação ativa e o interesse contínuo nas atividades propostas (Chen et al., 2019), ampliando o envolvimento escolar.

A aplicação dessas tecnologias em contextos terapêuticos permite que profissionais monitorem o progresso dos usuários de maneira mais sistemática. Essa monitorização é realizada por meio de registros digitais que oferecem dados relevantes sobre desempenho, comunicação e comportamento (Fletcher-Watson et al., 2016), auxiliando na tomada de decisão clínica e pedagógica.

A flexibilidade dos aplicativos educacionais disponíveis nesses dispositivos permite a adaptação de conteúdos a diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo. Essa adaptabilidade favorece a inclusão de estudantes com perfis diversos dentro de um mesmo ambiente educacional (Almeida et al., 2022), promovendo maior equidade no processo de aprendizagem.

A utilização de recursos audiovisuais presentes nos iPads e iPods contribui para a compreensão de conteúdos abstratos, especialmente em indivíduos com dificuldades de processamento simbólico. A combinação de som, imagem e interação tátil facilita a construção de significados mais concretos e acessíveis (Kagohara et al., 2013), fortalecendo a aprendizagem significativa.

A possibilidade de personalização das interfaces também representa um avanço importante, permitindo que cada usuário organize seus recursos de comunicação de acordo com suas necessidades específicas. Essa personalização favorece o desenvolvimento da autonomia funcional e comunicativa (Lorah et al., 2015), ampliando a independência do estudante.

A utilização desses dispositivos em programas de ensino tem demonstrado impactos positivos na redução de comportamentos desafiadores em alguns contextos educacionais. Essa redução está associada ao aumento da previsibilidade das atividades e à maior clareza das instruções apresentadas (Campigotto et al., 2020), contribuindo para ambientes mais estruturados.

A introdução de tecnologias móveis no processo educativo também modifica o papel do educador, que passa a atuar como mediador entre o estudante e os recursos digitais. Essa mediação exige novas competências pedagógicas relacionadas ao uso crítico e estratégico das tecnologias (Machalicek et al., 2008), ampliando as demandas da formação docente.

USO DE IPODS® E IPADS® EM PROGRAMAS DE ENSINO PARA INDIVÍDUOS COM DEFICIÊNCIAS DO DESENVOLVIMENTO

Acesso Tátil

Comandos de Voz

Sensores Adaptados

1 DISPOSITIVOS DE ACESSO

- Tablet (iPad®)
- Media Player (iPod®)
- Interface Personalizável

2 AUXÍLIO NA COMUNICAÇÃO (CAA)

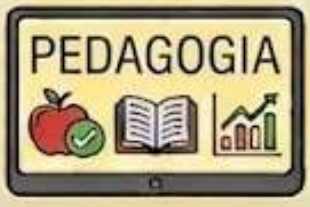
- App de CAA adaptativa
- Personalização de vocabulário

3 ADAPTAÇÃO PEDAGÓGICA

- Adaptação de apps
- Monitoramento
- Ritmo de aprendizado

- Ensino Individualizado
- Feedbacks Imediatos

4 RESULTADOS PEDAGÓGICOS



- MELHORIA NA APRENDIZAGEM
- MAIOR AUTONOMIA

INTERVENÇÕES MAIS EFICAZES E ENGAJADORAS

TECNOLOGIA MOBILE COMO PONTE PARA A INCLUSÃO EDUCACIONAL

A acessibilidade desses dispositivos favorece sua adoção em diferentes contextos socioeconômicos, embora ainda existam desigualdades no acesso a tecnologias de ponta. Essa limitação evidencia a necessidade de políticas públicas voltadas à democratização do uso de tecnologias assistivas (Ploog et al., 2013), promovendo inclusão mais ampla.

> A utilização de iPods e iPads em programas educacionais voltados a indivíduos com deficiências do desenvolvimento revela um campo amplo de possibilidades pedagógicas, especialmente quando se observam aplicações como aplicativos de comunicação por pictogramas, jogos de associação de imagens, softwares de voz sintetizada e plataformas de aprendizagem gamificada que estimulam linguagem, atenção compartilhada e autonomia funcional, fortalecendo a participação ativa em diferentes contextos escolares e terapêuticos (Giane Demo, 2026, grifo nosso).
>
> No cenário das práticas inclusivas contemporâneas, o iPad, quando associado a sistemas de comunicação aumentativa e alternativa, passa a operar como mediador de experiências educacionais complexas, permitindo o uso de aplicativos como Proloquo2Go, LetMeTalk, rotinas visuais interativas e histórias sociais digitais que auxiliam na organização do pensamento, na antecipação de atividades e na construção de interações sociais mais consistentes (Simone Helen Drumond Ischkanian, 2026, grifo nosso).
>
> Em ambientes escolares adaptados, o uso de iPods e iPads pode ser observado em atividades como leitura guiada com aplicativos de destaque de palavras, exercícios de reconhecimento de sons, jogos educativos de causa e efeito e plataformas de reforço positivo imediato, promovendo avanços na atenção sustentada, na compreensão verbal e na ampliação da comunicação funcional de estudantes com necessidades específicas (Gladys Nogueira Cabral, 2026, grifo nosso).
>
> Quando integrados ao planejamento pedagógico, esses dispositivos possibilitam experiências inovadoras como criação de narrativas digitais com imagens e áudio, uso de aplicativos de controle emocional com escalas visuais, atividades interativas de matemática com feedback instantâneo e sistemas de aprendizagem adaptativa que ajustam o nível de dificuldade conforme o desempenho do estudante, ampliando a personalização do ensino (Silvana Nascimento de Carvalho, 2026, grifo nosso).
>
> Em contextos de intervenção estruturada, iPads e iPods podem ser utilizados para apoiar rotinas diárias por meio de agendas visuais interativas, lembretes sonoros personalizados, aplicativos de sequência de tarefas e comunicadores dinâmicos com síntese de voz, favorecendo previsibilidade, redução de ansiedade e maior independência na realização de atividades cotidianas (Sygride Nascimento de Carvalho, 2026, grifo nosso).
>
> Sob uma perspectiva pedagógica inclusiva, a inserção de tecnologias móveis no ensino permite o uso de jogos digitais de alfabetização multisensorial, aplicativos de matemática com manipulação visual, plataformas de leitura interativa e softwares de treino cognitivo progressivo que auxiliam no desenvolvimento da memória, da lógica e da comunicação em estudantes com deficiências do desenvolvimento (Gabriel Nascimento de Carvalho, 2026, grifo nosso).
>
> Em ambientes terapêuticos e educacionais integrados, o iPad se torna ferramenta estratégica ao viabilizar aplicativos de análise comportamental, sistemas de registro de progresso em tempo real, jogos de habilidades sociais e plataformas de intervenção precoce baseadas em reforço positivo, contribuindo para decisões pedagógicas mais precisas e individualizadas (Sandro Garabed Ischkanian, 2026, grifo nosso).

> Dentro das práticas de educação inclusiva, observa-se o uso de aplicativos de comunicação alternativa com símbolos visuais, softwares de leitura assistida com narração automática, ferramentas de escrita mediada por imagens e plataformas colaborativas digitais que permitem ao estudante participar de atividades coletivas com maior autonomia e expressão funcional (Mara Lúcia Nunes de Lima Oliveira, 2026, grifo nosso).

> Em situações de desenvolvimento da linguagem, iPods e iPads podem ser aplicados em jogos de estímulo auditivo, aplicativos de repetição vocal, programas de associação som-imagem e sistemas de reforço visual que favorecem a ampliação do vocabulário, a compreensão de comandos e o fortalecimento da interação social em ambientes educativos (Eliana Drumond de Carvalho Silva, 2026, grifo nosso).

> Em diferentes contextos de aprendizagem adaptada, essas tecnologias assistivas possibilitam o uso de comunicadores com pictogramas, aplicativos de desenvolvimento de habilidades adaptativas, jogos educativos interativos e sistemas de acompanhamento de progresso que permitem registrar avanços individuais e ajustar intervenções pedagógicas de forma contínua (Idênis Glória Belchior, 2026, grifo nosso).

> No campo das tecnologias assistivas educacionais, dispositivos móveis como iPods e iPads se destacam ao integrar aplicativos de comunicação alternativa, softwares de personalização da aprendizagem, sistemas inteligentes de adaptação de conteúdo e recursos digitais interativos que favorecem a participação ativa de estudantes com deficiência do desenvolvimento em atividades escolares e terapêuticas (Giane Demo, 2026, grifo nosso).

A utilização de iPads em programas de ensino permite a incorporação de aplicativos voltados especificamente para o desenvolvimento da linguagem. Esses aplicativos utilizam recursos visuais e auditivos para estimular a construção de vocabulário e a organização sintática (Chen et al., 2019), fortalecendo habilidades comunicativas.

A interação constante com dispositivos tecnológicos contribui para o desenvolvimento de habilidades motoras finas, especialmente em indivíduos com atrasos no desenvolvimento psicomotor. Essa interação favorece a coordenação entre estímulos visuais e respostas motoras (Fletcher-Watson et al., 2016), ampliando capacidades funcionais.

A integração entre tecnologia móvel e intervenções educacionais baseadas em evidências permite maior precisão no acompanhamento do progresso dos estudantes. Essa integração favorece a construção de estratégias pedagógicas mais eficazes e individualizadas (Almeida et al., 2022), fortalecendo os resultados educacionais.

O uso de aplicativos educativos em iPads e iPods também contribui para a ampliação das oportunidades de interação social entre estudantes. Essa interação ocorre por meio de atividades colaborativas mediadas por tecnologia, que incentivam a comunicação entre pares (Kagohara et al., 2013), promovendo inclusão social.

A estrutura modular dos aplicativos permite que conteúdos sejam ajustados conforme os objetivos educacionais estabelecidos. Essa flexibilidade favorece a adaptação curricular e a personalização do ensino (Lorah et al., 2015), ampliando a eficiência pedagógica.

A utilização desses dispositivos também facilita a transição entre diferentes atividades escolares, reduzindo dificuldades associadas à mudança de rotina. Essa previsibilidade contribui para maior estabilidade emocional dos estudantes com deficiência do desenvolvimento (Campigotto et al., 2020), favorecendo o bem-estar.

A presença de feedback imediato nos aplicativos educacionais representa um fator importante para o processo de aprendizagem, pois permite que o estudante compreenda seus erros e acertos em tempo real. Esse retorno contínuo fortalece o processo de autorregulação (Machalicek et al., 2008), promovendo maior autonomia.

A incorporação de tecnologias móveis no ensino também exige uma reavaliação das práticas pedagógicas tradicionais, que passam a ser complementadas por recursos digitais interativos. Essa reavaliação contribui para a construção de modelos educacionais mais dinâmicos e inclusivos (Ploog et al., 2013), ampliando possibilidades metodológicas.

A utilização de iPads e iPods em programas de ensino evidencia o potencial das tecnologias digitais na promoção da inclusão educacional de indivíduos com deficiência do desenvolvimento. Essa evidência reforça a importância de investimentos contínuos em inovação tecnológica aplicada à educação (Chen et al., 2019), fortalecendo práticas inclusivas.

A continuidade do uso dessas tecnologias depende da capacitação dos profissionais envolvidos, bem como da disponibilidade de recursos institucionais adequados. Essa dependência evidencia a necessidade de formação contínua e suporte técnico especializado (Fletcher-Watson et al., 2016), garantindo sustentabilidade das práticas.

A consolidação dessas tecnologias como ferramentas educacionais efetivas aponta para um futuro no qual a aprendizagem será cada vez mais personalizada e mediada por dispositivos inteligentes. Essa tendência reforça o papel central da tecnologia na construção de ambientes educacionais inclusivos e acessíveis (Almeida et al., 2022), ampliando horizontes pedagógicos.

3. CONCLUSÃO

A consolidação das reflexões desenvolvidas ao longo do estudo evidencia que a articulação entre inteligência artificial e comunicação alternativa no contexto do Transtorno do Espectro Autista representa uma inflexão significativa nos modos de compreender e organizar os processos educacionais contemporâneos. O conjunto das análises permite reconhecer que a presença dessas tecnologias não se restringe ao campo instrumental, mas se insere em uma transformação mais ampla das práticas pedagógicas, redefinindo relações entre ensino, aprendizagem e comunicação. Esse cenário revela uma mudança de paradigma em que a

acessibilidade deixa de ser um elemento complementar e passa a constituir eixo estruturante das propostas educacionais inclusivas.

A investigação também permite compreender que o desenvolvimento de sistemas pedagógicos acessíveis baseados em inteligência artificial amplia as possibilidades de personalização do ensino, favorecendo trajetórias educativas mais coerentes com as singularidades dos estudantes com TEA. A capacidade de adaptação desses sistemas contribui para a criação de ambientes de aprendizagem mais responsivos, nos quais o ritmo, o conteúdo e a forma de apresentação das informações podem ser ajustados de maneira dinâmica. Essa flexibilidade representa um avanço importante na superação de modelos educacionais homogêneos e pouco sensíveis às diferenças individuais.

A comunicação alternativa mediada por recursos digitais possibilita que sujeitos com dificuldades de linguagem verbal desenvolvam estratégias mais eficazes de interação social e acadêmica. Esse processo contribui para a construção de percursos comunicativos mais autônomos, nos quais o estudante assume papel ativo na produção de sentido e na organização de suas respostas ao ambiente escolar.

A análise dos estudos de caso apresentados reforça a relevância da aplicação prática dessas tecnologias em contextos educacionais reais, demonstrando que os resultados observados vão além de melhorias pontuais no desempenho escolar. Observa-se um impacto mais amplo na dinâmica de interação entre estudantes, professores e ambientes de aprendizagem, com aumento do engajamento e maior participação nas atividades propostas. Esses elementos indicam que a integração tecnológica pode favorecer mudanças estruturais na cultura escolar.

As evidências discutidas também apontam que a inclusão educacional, quando mediada por inteligência artificial e comunicação alternativa, adquire um caráter mais profundo e complexo. A inclusão deixa de ser compreendida apenas como acesso físico à escola e passa a envolver a qualidade da participação, a efetividade da comunicação e o reconhecimento das singularidades dos estudantes. Esse entendimento amplia o escopo das práticas inclusivas e exige novas formas de organização pedagógica.

O estudo permite ainda identificar que a promoção da autonomia comunicativa constitui um dos resultados mais significativos da integração entre tecnologia e educação inclusiva. A possibilidade de o estudante expressar desejos, necessidades e ideias de forma independente contribui para o fortalecimento da autoestima e para o desenvolvimento de competências sociais essenciais. Esse processo se relaciona diretamente com a construção de sujeitos mais participativos e confiantes em seus contextos de interação.

A atuação do professor permanece central, mesmo em ambientes altamente tecnologizados, uma vez que é responsável por interpretar dados, adaptar estratégias e garantir que os recursos sejam utilizados de forma pedagógica e ética. Essa mediação qualificada é fundamental para que a tecnologia não substitua o processo educativo, mas o fortaleça.

A pesquisa também evidencia que a integração entre inteligência artificial e comunicação alternativa exige investimentos contínuos em formação profissional, infraestrutura e políticas públicas. Sem essas condições, o potencial das tecnologias pode ser limitado, comprometendo sua efetividade no cotidiano escolar. A consolidação de práticas inclusivas depende, portanto, de uma articulação entre inovação tecnológica e responsabilidade institucional.

No que se refere às limitações identificadas, observa-se que ainda existem desafios relacionados ao acesso desigual às tecnologias, ao custo de implementação e à necessidade de adaptação dos contextos educacionais. Esses fatores indicam que a disseminação dessas ferramentas não ocorre de maneira uniforme, o que pode gerar disparidades entre diferentes realidades escolares. Tal cenário reforça a importância de estratégias voltadas à democratização do acesso.

As reflexões desenvolvidas ao longo do trabalho também permitem compreender que a inteligência artificial, quando aplicada à educação inclusiva, deve ser concebida como instrumento de apoio e não como substituição das relações humanas. O equilíbrio entre tecnologia e interação humana constitui elemento essencial para garantir a qualidade dos processos educativos, preservando dimensões afetivas e sociais fundamentais ao desenvolvimento dos estudantes.

A análise integrada dos elementos estudados aponta para um futuro educacional marcado pela crescente personalização das experiências de aprendizagem, impulsionada por sistemas inteligentes capazes de interpretar e responder às necessidades individuais. Esse cenário indica uma tendência de expansão das práticas inclusivas mediadas por tecnologia, com potencial para redefinir estruturas educacionais tradicionais.

Compreende-se que a articulação entre inteligência artificial, comunicação alternativa e educação inclusiva no contexto do TEA representa uma construção em constante evolução, marcada por avanços, desafios e possibilidades. A consolidação desse campo depende da continuidade das investigações, do aprimoramento das tecnologias e do compromisso ético com a promoção de uma educação mais acessível, equitativa e centrada no desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M.; BERCHT, M.; BATTISTELLA, P. E. **Assistive technologies and educational accessibility for students with autism spectrum disorder: possibilities and challenges.** *Revista Brasileira de Educação Especial*, v. 28, p. 1–18, 2022. DOI: 10.1590/1980-54702022v28e018.

BOYD, B. A.; HUME, K.; MCBEE, M. T.; et al. **Comparative efficacy of LEAP, TEACCH and non-model-specific special education programs for preschoolers with autism spectrum disorder**s. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 44, n. 2, p. 366–380, 2014. DOI: 10.1007/s10803-013-1877-9.

CAMPIGOTTO, R.; MCELWEE, R.; MCGILLICUDDY-DE LISI, A. **Supporting communication in autism through assistive technologies: educational applications and outcomes.** *Education and Information Technologies*, v. 25, p. 3127–3145, 2020. DOI: 10.1007/s10639-020-10106-5.

CHEN, C. H.; LEE, I. J.; LIN, L. Y**. Augmented reality-based communication intervention for children with autism spectrum disorder.** *Journal of Educational Computing Research*, v. 58, n. 1, p. 6–27, 2019. DOI: 10.1177/0735633119833015.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

FÁVERO, A. A.; CENTENARO, J. B. **A pesquisa documental nas investigações de políticas educacionais: potencialidades e limites.** Contrapontos, v. 19, n. 1, p. 170-184, 2019.

FLETCHER-WATSON, S.; MCCONACHIE, H.; HAMMAL, D.; et al. **Technology and autism: future directions for educational and therapeutic interventions.** *Autism*, v. 20, n. 7, p. 838–849, 2016. DOI: 10.1177/1362361315623672.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M**. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação.** Logeion: Filosofia da informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

KAGOHARA, D. M.; VAN DER MEER, L.; RAMDOSS, S.; et al. **Using iPods® and iPads® in teaching programs for individuals with developmental disabilities: a systematic review.** *Research in Developmental Disabilities*, v. 34, n. 1, p. 147–156, 2013. DOI: 10.1016/j.ridd.2012.07.027.

KNIGHT, V.; MCKISSICK, B. R.; SAUNDERS, A. **Digital technologies and communication supports for students with autism spectrum disorders.** *Journal of Special Education Technology*, v. 28, n. 2, p. 35–46, 2013. DOI: 10.1177/016264341302800204.

LORAH, E. R.; TANGEN, K.; WHALEN, C.; et al. **The use of communication apps for individuals with autism spectrum disorder: a systematic review.** *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 45, n. 12, p. 3774–3791, 2015. DOI: 10.1007/s10803-014-2314-8.

MACHALICEK, W.; O'REILLY, M. F.; BERETVAS, N.; et al. **Communication interventions for autism spectrum disorder and intellectual disabilities using assistive technology.** *Research in Autism Spectrum Disorders*, v. 2, n. 4, p. 619–632, 2008. DOI: 10.1016/j.rasd.2007.10.002.

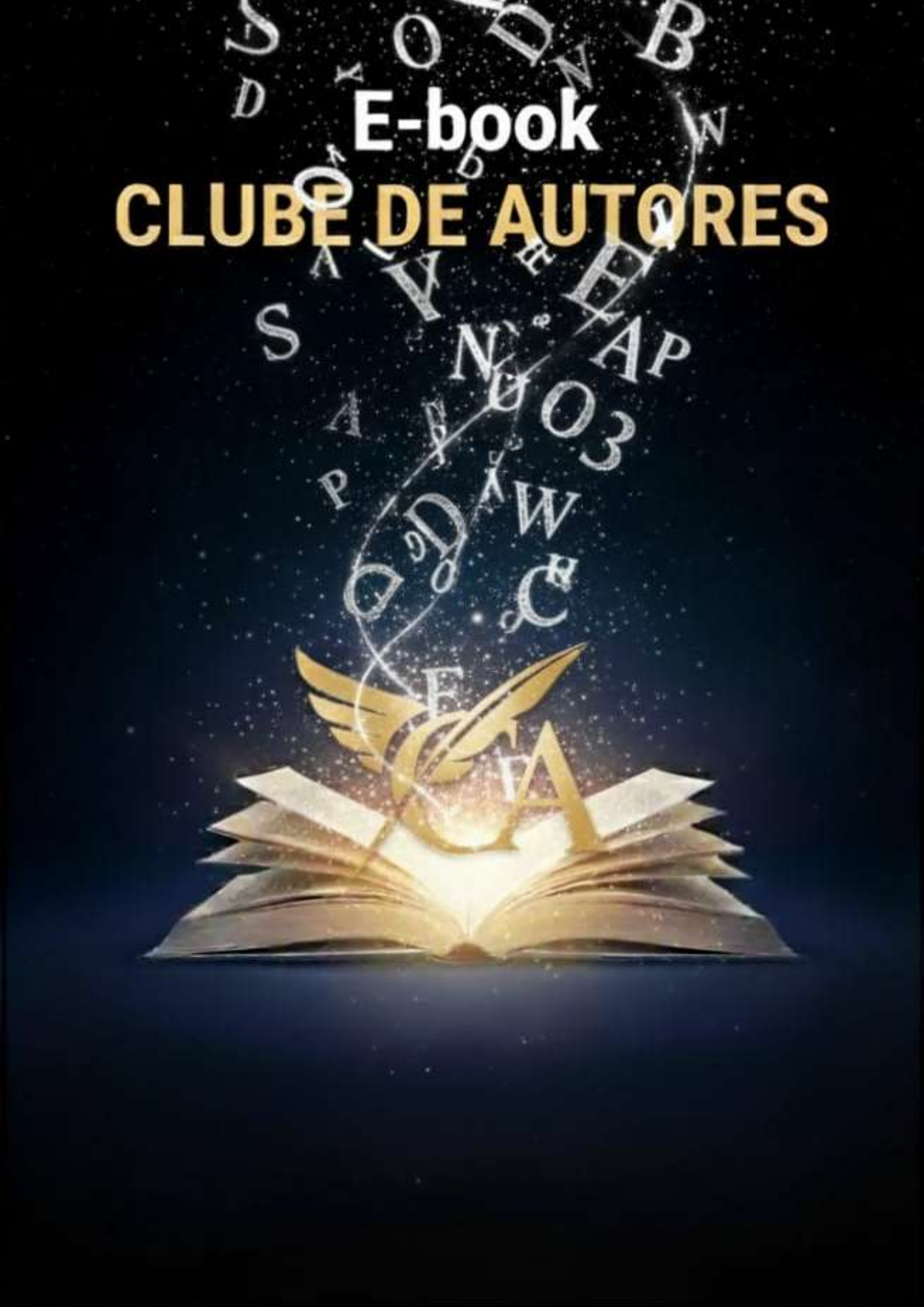
MORALES, W. G. B**. Análisis de Prisma como Metodología para Revisión Sistemática: una Aproximación General.** Saúde em Redes, v. 8, n. sup1, p. 339-360, 2022.

NARCISO, R.; SANTANA, A. C. A. **Metodologias científicas na educação: uma revisão crítica e proposta de novos caminhos.** ARACÊ, v. 6, n. 4, p. 19459-19475, 2025.

PAGE, M. J et al. **The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews.** BMJ, v. 1, n. 1, p. 1-1, 29 mar. 2021.

PLOOG, B. O.; SCHILLER, E.; NELSON, D.; BROOKS, P. **Use of computer-assisted technologies for children with autism spectrum disorders: a review of literature.** *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, v. 28, n. 4, p. 196–210, 2013. DOI: 10.1177/1088357612475304.

SILVA, L. R. C. et al. **Pesquisa documental: alternativa investigativa na formação docente.** In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Anais. Paraná, 2009. p. 4554-4566.


E-book
CLUBE DE AUTORES